

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Marijan Zec

INOVATIVNE TEHNOLOGIJE U VOZILU U FUNKCIJI
SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

INOVATIVNE TEHNOLOGIJE U VOZILU U FUNKCIJI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

INNOVATIVE CAR TECHNOLOGIES IN THE FUNCTION OF ROAD SAFETY

Mentor: Doc.dr.sc.Ljupko Šimunović

Student: Marijan Zec, BROJ INDEKSA 1219032487

Zagreb, 2016.

SAŽETAK

Razvoj cestovnih vozila počinje prije nešto više od sto godina. U tom periodu, iz godine u godinu, vozila su sve brža no isto tako dolazi i do povećanja broja vozila na prometnicama. Navedene promjene dovode do povećanja broja nesreća. Kako bi se smanjio broj nesreća i ublažile njihove posljedice, počinje razvoj različitih tehnologija sukladnih vremenu u kojem se pojavljuju. Počeci tih tehnologija su vezani uz mehaničke inovacije ali razvoj elektronike uzrokuje pojavu sve kompleksnijih sklopova koji dovode do ulaska u područje umjetne inteligencije. Upravo pojava umjetne inteligencije, tj. inteligentnih vozila, dovodi do potrebe razvoja komunikacije među vozilima kao i komunikacije na relaciji vozila i prometne infrastrukture. Iako se ovdje radi o projektima i tehnologijama koje su gotovo „futurističke“ ne smije se zaboraviti da su prije samo desetak godina uređaji za pomoć pri parkiranju ili pak HUD sustavi također bili gotovo nezamislivi u svakodnevnoj upotrebi i gotovo standardnoj opremi vozila.

KLJUČNE RIJEČI: cestovna vozila, sigurnost, inovativne tehnologije, inteligentna vozila

SUMMARY

The development of road vehicles starts a little over a hundred years ago. During this period, year after year, vehicles are getting faster but also comes an increase in the number of vehicles on the roads. All this leads to an increase in the number of accidents. To reduce the number of accidents and mitigate their consequences, starts the development of different technologies conforming with time in which they occur. The beginnings of these technologies are related to mechanical innovation but the development of electronics causes the appearance of ever more complex circuits that lead to entry into the field of artificial intelligence. Precisely the phenomenon of artificial intelligence, ie, intelligent vehicles, leads to needs of the development of communication between vehicles and communication between vehicles and the traffic infrastructure. Although it is about projects and technologies that are almost "futuristic" must not be forgotten that only a decade ago devices for parking assistance or HUD systems have also been almost unthinkable in everyday use and almost standard equipment of the vehicle.

KEYWORDS: road vehicles, safety, innovative technology, intelligent vehicles

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA	2
3. INOVATIVNE TEHNOLOGIJE U VOZILU	6
3.1. Aktivni elementi	6
3.1.1. ABS	7
3.1.2. BAS	11
3.1.3. ASR	13
3.1.4. ESP	16
3.1.5. DBC	18
3.1.6. Zračni jastuci	20
3.2. Pasivni elementi	22
3.2.1. Sigurnosni pojasevi	23
3.2.2. Naslonjači za glavu	25
3.3. Crash test – ispitivanje pasivne sigurnosti vozila.....	26
3.3.1. Lutke za crash testove	26
3.3.2. Frontalni crash test	28
3.3.3. Bočni crash test	28
3.3.4. Test naleta na stup	29
4. INOVATIVNE TEHNOLOGIJE U VIŠOJ SREDNJOJ I VISOKOJ KLASI VOZILA	30
4.1. Pomoć pri parkiranju	30
4.2. Uzdužni sustav kontrole	33
4.3. Bočni sustav kontrole	35
4.4. Primjer sustava u Citroen automobilima	38
4.4.1. Navigacijski sustav Citroën.....	38
4.4.2. Pomoć pri vožnji	40
4.4.3. HUD (Head-up Display)	47
4.4.4. STOP AND GO sustav.....	49
4.5. Projekti Europske zajednice	49
4.5.1. SP4 – SCOVA.....	50
4.5.2. SP5 - COSSIB	52
5. HMI (Human Machine Interface)	54

6. SUSTAVI U FAZI RAZVOJA	57
6.1. Poboljšanje vidljivosti	57
6.2. Komunikacija V2I i V2V	59
7. ZAKLJUČAK	66
LITERATURA.....	67
POPIS SLIKA	70
POPIS KRATICA	72

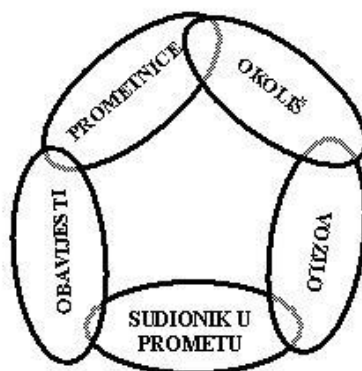
1. UVOD

Čovjeka karakteriziraju česta putovanja i razvijanje sredstava koja omogućavaju što lakše i brže putovanje. Posebno veliki pomak u načinu putovanja došao je otkrićem kotača pred oko 5000 godina u Mezopotamiji. Slijedio je razvoj različitih prijevoznih sredstava, a kotači su usavršavani no do prije stotinjak godina sve je bilo gotovo na nivou proteklih tisućljeća. Otkriće motora s unutarnjim izgaranjem, te potom i njegov razvoj, doveli su do naglog razvoja cestovnog prometa. Pojavljuju se sve brža vozila, no istovremeno se pojavljuje i sve više vozila. Ipak, prava ekspanzija cestovnih vozila nastupila je nakon što je Ford uveo proizvodnju vozila na pokretnoj traci čime ih je pojeftinio i učinio dostupnim gotovo svima. Već u samim počecima bilo je jasno da je potrebno uvesti univerzalna pravila vezana za vožnju ili pak označavanje nečega na prometnicama. Ipak, veliki broj vozila i sve veće brzine kretanja dovele su do toga da sami propisi nisu dovoljni da se ostvari željena sigurnost prometa. Prvi svjetski rat, potom velika gospodarska kriza i nedugo nakon toga Drugi svjetski rat, pomakli su sigurnost cestovnog prometa u drugi plan. Nakon toga u Americi slijedi „olakšanje“ te se proizvode veliki i jaki automobili a Europa se oporavlja od rata. Stoga se tek negdje između 60-ih i 70-ih godina prošlog stoljeća ponovno počinje razmišljati o načinima kako cestovni promet, ili točnije, kako cestovna vozila, učiniti sigurnijima. Ova nastojanja su rezultirala brojnim uređajima i konstruktivnim rješenjima koja su dala temelje današnjim sigurnosnim elementima na vozilima.

Diplomski rad je podjeljen u tri osnovne cjeline. Prvo se govori općenito o sigurnosti cestovnog prometa. Pri tome će se prikazati statistički podaci o sigurnosti prometa kako bi se ukazalo na smanjivanje broja nesreća što se može povezati sa suvremenim uređajima u vozilu. Isto tako, ukazati će se i na zakonske odredbe vezane ne samo uz ponašanje na cesti već i na način tehničkog pregleda vozila. Potom se u drugoj cjelini govori o trenutno prisutnim tehnologijama u vozilu koje povećavaju njegovu sigurnost, bilo da se radi o aktivnim ili pasivnim elementima sigurnosti. Na kraju rada će se iznijeti informacije o tehnologijama koje trebaju povećati sigurnost vozila a još uvijek su u fazi razvoja i ispitivanja.

2. SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

Vožnja je kontrolirani proces u kojem pojedinac, vozilo i okoliš stupaju u interakciju. Ova povezanost je izuzetno jaka i vrlo je teško razdvojiti neke elemente. Na primjer, prometni znak se može promatrati kao dio prometnice ili pak kao obavijest. Ponašanje vozila nije uvjetovano samo starošću ili vrstom vozila već i ljudskim elementom (održavanje, način vožnje i sl.) ali i prometnicom. Ipak, prije nego li započne sam proces vožnje, moguće je govoriti o vozaču, o vozilu ili pak okolišu, izolirano od ostalih elemenata prometnog lanca.



Slika 1. Sigurnosni prometni lanac [4]

Svaki od navedenih elemenata ima udjela u sigurnosti prometa. Nekoć se smatralo da trećina odgovornosti za nesreće leži na vozaču, trećina na vozilu i trećina na prometnici. Danas se često može čuti da je vozač odgovoran za čak 80% nesreća. Ovakav iznos se može prihvatiti ako se uzme u obzir da ako se prilagodi vožnju i izuzetno lošoj prometnici, vožnja može biti sigurna. Na primjer, može postojati ograničenje na 80 km/h, no ako na prometnici ima leda vožnju treba prilagoditi toj situaciji. Prema tome, bez obzira na stanje prometnice, za eventualnu nesreću nije kriva niti prometnica niti „loša“ prometna signalizacija već vozač.

Početkom 60-ih godina prošlog stoljeća vozilo koje je imalo motor od 100 KS se smatralo izuzetno jakim vozilom tj. jakim motorom. Danas je to gotovo standardna instalirana snaga u vozilima srednje kategorije. Zastavin „Fićo“ je imao motor od 24 KS i razvijao brzinu nešto preko 80 km/h i ljudi su s njim putovali iz Dalmacije do Zagreba bez nekih većih problema. „Stojadin“ sa oko 50 KS je već bio „ozbiljan“ automobil koji je mogao ići i oko 140 km/h. Međutim, oba ova vozila su, uz iznimku snage motora, bila konstrukcijski gotovo ista. Naime, nisu imala niti ABS, niti naslon za glavu.



Slika 2. Unutrašnjost Zastave 101 („Stojadin“) – nema naslona za glavu [14]

Da se nebi dobilo pogrešan dojam, niti svjetski automobili iz 60-ih godina nisu imali naslone za glavu.



Slika 3. Ferari 330 GT 2+2 (Series I) – nema naslona za glavu[15]

Dakle, vozilima su se dodavali sve jači motori no istovremeno se ne razvija i sigurnost vozila. Takav nesklad je imao ozbiljne posljedice po sigurnost prometa i to je najbolje vidljivo kroz podatke prikazane u tablici 1.

Tablica 1.: Prometne nesreće i posljedice od 1965. do 2014. godine [2]

Godina	Prometne nesreće	Prometne nesreće s nastradalim osobama	Udio prometnih nesreća s nastradalim osobama u ukupnom broju	Poginule osobe	Ozlijeđene osobe	Udio poginulih osoba u nastradalima
1965.	11.296	6.071	53,7	543	8.141	6,3
1966.	12.729	6.721	52,8	645	9.165	6,6
1967.	13.505	7.179	53,2	674	9.726	6,5
1968.	24.914	8.002	32,1	844	11.204	7,0
1969.	31.844	8.933	28,1	941	12.500	7,0
1970.	39.788	10.382	26,1	1.079	14.748	6,8
1971.	48.917	10.432	21,3	1.289	16.078	7,4
1972.	51.715	10.936	21,1	1.444	15.530	8,5
1973.	49.611	10.442	21,0	1.303	15.002	8,0
1974.	45.599	10.262	22,5	1.336	14.243	8,6
1975.	56.437	10.509	18,6	1.169	15.164	7,2
1976.	45.984	10.775	23,4	1.111	14.946	6,9
1977.	35.831	12.924	36,1	1.412	17.947	7,3
1978.	38.008	13.318	35,0	1.533	18.206	7,8
1979.	40.504	14.014	34,6	1.605	19.304	7,7
1980.	47.925	15.053	31,4	1.603	20.616	7,2
1981.	46.633	13.716	29,4	1.459	18.640	7,3
1982.	46.087	13.441	29,2	1.400	18.609	7,0
1983.	43.096	12.238	28,4	1.322	16.237	7,5
1984.	46.531	11.896	25,6	1.294	16.121	7,4
1985.	51.373	12.072	23,5	1.125	16.327	6,4
1986.	58.866	13.501	22,9	1.256	17.990	6,5
1987.	62.563	13.985	22,4	1.311	18.850	6,5
1988.	64.300	14.048	21,8	1.312	18.955	6,5
1989.	66.894	13.888	20,8	1.321	18.964	6,5
1990.	67.952	14.471	21,3	1.360	19.791	6,4
1991.	53.297	11.559	21,7	1.020	15.845	6,0
1992.	56.815	12.758	22,5	975	17.517	5,3
1993.	58.188	11.529	19,8	855	15.596	5,2
1994.	62.120	12.846	20,7	804	17.679	4,3
1995.	61.656	12.668	20,5	800	17.707	4,3
1996.	59.420	11.740	19,8	721	16.182	4,3
1997.	61.685	11.652	18,9	714	16.234	4,2
1998.	67.982	12.846	18,9	646	18.118	3,4
1999.	68.798	12.958	18,8	662	18.103	3,5
2000.	73.387	14.430	19,7	655	20.501	3,1
2001.	81.911	15.079	18,4	647	22.093	2,8
2002.	86.611	16.500	19,1	627	23.923	2,6
2003.	92.102	18.592	20,2	701	26.153	2,6
2004.	76.540	17.140	22,4	608	24.271	2,4
2005.	58.132	15.679	27,0	597	21.773	2,7
2006.	58.283	16.706	28,7	614	23.136	2,6
2007.	61.020	18.029	29,5	619	25.092	2,4
2008.	53.496	16.283	30,4	664	22.395	2,9
2009.	50.388	15.730	31,2	548	21.923	2,4
2010.	44.394	13.272	29,9	426	18.333	2,3
2011.	42.443	13.228	31,2	418	18.065	2,3
2012.	37.065	11.773	31,8	393	16.010	2,4
2013.	34.021	11.225	33,0	368	15.274	2,4
2014.	31.432	10.607	33,7	308	14.222	2,1
UKUPNO	2.589.045	639.000	24,7	47.514	885.578	5,1

Ako se promatra samo prometne nesreće, vidljiv je konstantan rast broja prometnih nesreća sve do 1972. godine. Jasno, trend povećanja nesreća je u uskoj vezi i s brojem vozila no ne može se izbjeći činjenicu da je sve do 1985. (s iznimkom 1975.) postojao negativan trend tj. smanjenje broja nesreća. Ovo se može povezati sa svjetskim trendovima tj. pojavom ABS-a. Slijedi ponovno rast nesreća sve do 2003. Možda se radi o euforiji nakon rata, možda o uvozu polovnih vozila upitne kvalitete ili su u taj broj nesreća uključene i nesreće turista kojih je sve više, a ceste su još uvijek loše. Teško je pretpostaviti točne razloge, no nakon toga slijedi konstantan pad broja nesreća da bi u 2014. godini bilo 31.432 nesreće, što je brojčano gledano gotovo kao i 1969. godine (31.844) kad je bilo na našim cestama neusporedivo manje i neusporedivo slabijih (po snazi motora) vozila. Ovaj pad broja nesreća može se povezati sa pojavom novih vozila sa brojnim uređajima koji povećavaju sigurnost vožnje. Zapravo, radi se o vozilima sa suvremenom aktivnom sigurnošću vozila.

1965. godine udio poginulih osoba u nastradalima iznosio je 6,3. Taj udio se uz manje oscilacije povećavao sve do 1974. godine (tada je iznosio 8,6) te nakon toga slijedi pad do današnjih 2,1. Ako se promotri zbivanja u autoindustriji, od sredine 70-ih godina prošlog stoljeća pojavljuju se brojne inovacije pri konstrukciji vozila koje utječu na njegovu pasivnu sigurnost. Poklopci motora se rade od tanjih limova koji se „gužvaju“ prilikom sudara umjesto da ulaze u prostor kabine. Nasloni za glavu postaju standardna oprema, a zakoni tjeraju vozače na korištenje pojaseva. Pojavljuju se i prve sjedalice za djecu i intenziviraju se crash testovi. Slijedi konstrukcija i ugradnja zračnih jastuka prvo za vozača da bi danas pokrivali gotovo cijelo vozilo.

3. INOVATIVNE TEHNOLOGIJE U VOZILU

Sigurnost vozila može se promatrati kroz aktivnu i pasivnu sigurnost. Aktivni elementi „pomažu“ vozaču pri upravljanju vozilom, pokušavaju „natjerati“ vozilo da se ponaša kako to vozač želi. Pasivni elementi su „posljednja linija obrane“. Oni pomažu da putnici u vozilu zadobiju što manje i što bezazlenije ozljede u trenutku kad nastupi prometna nesreća. Kako se ovi elementi ponašaju u stvarnosti, ispituje se različitim testiranjima. Pri tome su posebno interesantna ispitivanja pasivne sigurnosti koja se provode pomoću tzv. crash testova pri čemu se simuliraju različiti oblici prometnih nesreća.

3.1. Aktivni elementi

Prilikom vožnje najveći problem predstavlja ne samo zaustavljanje vozila već i njegovo proklizavanje i zanošenje na cesti. Stoga je glavna svrha aktivnih elemenata „korekcija“ vozačevih postupaka pri vožnji. Budući da postoje različiti problemi koji se pojavljuju u vožnji, postoje i različiti sustavi koji pomažu u njihovom savladavanju. Na primjer, u slučajevima mokrog kolnika zbog nagle reakcije vozača može pri kočenju doći do proklizavanja kotača. Naime, uplašena reakcija vozača zbog iznenadne pojave nepredviđene prepreke (npr. stoka na cesti) ili pogrešno (ili pogrešno shvaćeno) ponašanje drugih sudionika u prometu u pravilu dovodi do prejakog stiskanja kočnice. Posljedica toga je blokiranje kotača. Sada nastaje problem jer to vozilo postaje neupravljivo (jer klizi po podlozi, ponaša se kao da je na ledu), nestabilno je (okreće se u različitim pravcima) a sam put zaustavljanja vozila je dulji (zbog klizanja). Poseban problem nastupa pri kočenju na kolniku kad su kotači jedne strane vozila na skliskoj površini (npr. na ledu), a drugi kotači na manje skliskoj podlozi. Tad se pojavljuje okretni momenti koji nastoji zaokrenuti vozilo u odnosu na pravac kretanja. Dio vozila „na ledu“ će se htjeti ubrzati, a dio „na suhom“ će „kočiti“ pa se vozilo želi okrenuti prema „suhom“ dijelu.

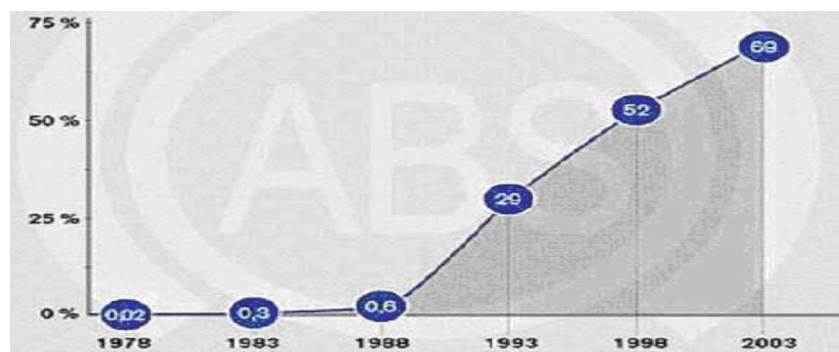
Svrha aktivnih elemenata sigurnosti je da se otklone navedeni problemi, tj. izvrši nadopuna funkcije kočenja s ciljem održavanja stabilnosti vozila u svim uvjetima kolnika i prometa. Temelj od kojeg se krenulo je ABS, te su se njegovim usavršavanjem tj. nadopunjavanjem dobili i drugi uređaji koji služe ne samo za regulaciju kočenja već i za povećanje stabilnosti vozila. Danas su u širokoj primjeni slijedeći sustavi:

- ABS – Anti Blockier System,
- BAS – Brake Assist System,
- ASR ili TCS – Antriebs-Schlupf-Regelung ili Traction Control System,
- ESP ili FDR – Electronic Stability Program ili Fahr Dynamik Regelung
- DBC – Dynamic Brake Control

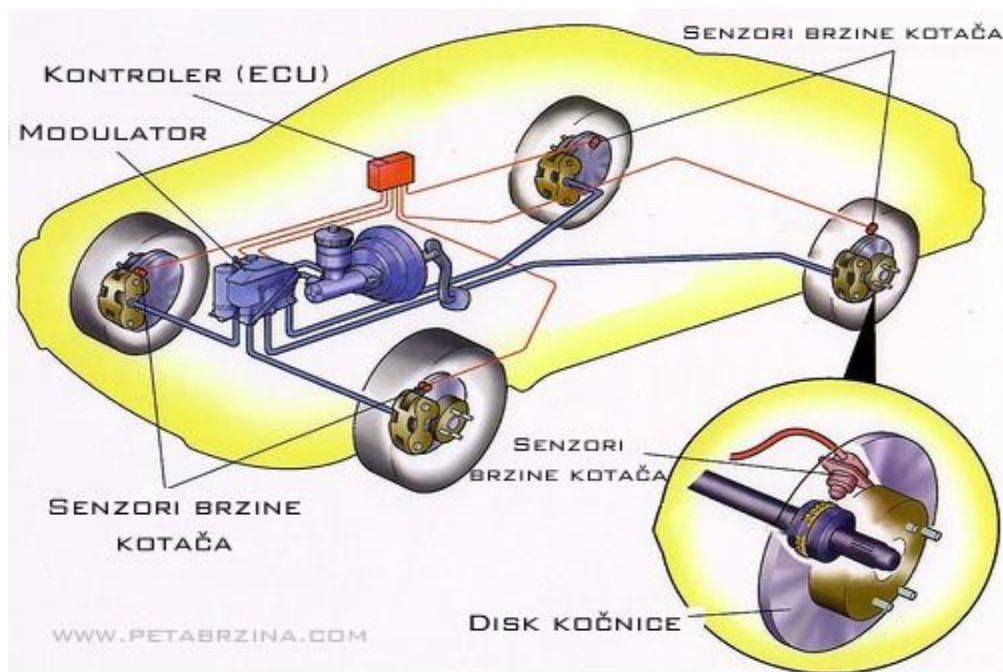
Svrha navedenih elektroničkih regulacijskih sustava je stabilizacija vozila pri kočenju, ubrzavanju i upravljanju.

3.1.1. ABS

Kad vozilo počne kliziti po podlozi, s njim nije moguće upravljanje tj. usmjeravanje u željenom pravcu. U trenutku kad se kočnice aktiviraju i zablokiraju kotaće doći će do neželjenog klizanja. Stoga su iskusniji vozači (prije ABS-a) kad bi prikočili i osjetili da auto proklizava popuštali kočnicu te ponovno kočili i ponavljali su taj postupak do željenog usporavanja ili zaustavljanja. Međutim, za to je trebalo iskustvo. Svrha ABS-a je upravo u tome da se napravi ovakvo kočenje. Dakle, princip je bio jasan no problem je bio izvedba. Zapravo, već 1928. godine je postojala prva ideja o ABS-u no trenutne tehnologije nisu mogle proizvesti zamišljeni uređaj. Vrlo brzo nakon toga započinje drugi svjetski rat te su napori u proizvodnji i razvoju usmjereni u drugom pravcu. Ipak, od ideje se ne odustaje te se ABS razvija „na papiru“ i pokušava ga se uklopiti u trenutne tehnologije. Tek razvojem elektronike došlo se do početaka proizvodnje ABS-a a daljnji razvoj elektronike (a s time i pojeftinjenje elektroničkih elemenata) doveli su do toga da je 1978. počela prva serijska ugradnja ABS-a u osobna vozila. S današnjeg gledišta radilo se o vrlo primitivnim sklopovima no postavio se temelj koji se kasnije usavršavao.



Slika 4. Intenzitet ugradnje ABS-a [16]



Slika 5. Pojednostavljena shema ABS-a [17]

ABS (Anti Blockier System) može se primjeniti na hidrauličkim i pneumatskim kočnim sustavima jer on zapravo samo upravlja stiskanjem i popuštanjem kočnice a ne sa samim sistemom kočenja (npr. stiskanje pločica o disk i sl.). Njegova zadaća je spriječiti blokiranje kotača pri kočenju kao i njihovo klizanje iznad dopuštenih vrijednosti, a postiže se regulacijom tlaka u kočionom sustavu.

Prednosti ABS-a su:

- sprječava se smanjenje bočnih sila vođenja i zanošenje vozila zbog čega vozilo ostaje stabilno,
- vozilo ostaje upravljivo te se zbog toga mogu izbjeći prepreke,
- pojavljuje se i kraći zaustavni put na normalnoj podlozi (bez pijeska, snijega i sl.),
- zbog toga što nema klockiranja (i klizanja) sprječava se lokalno trošenje pneumatika

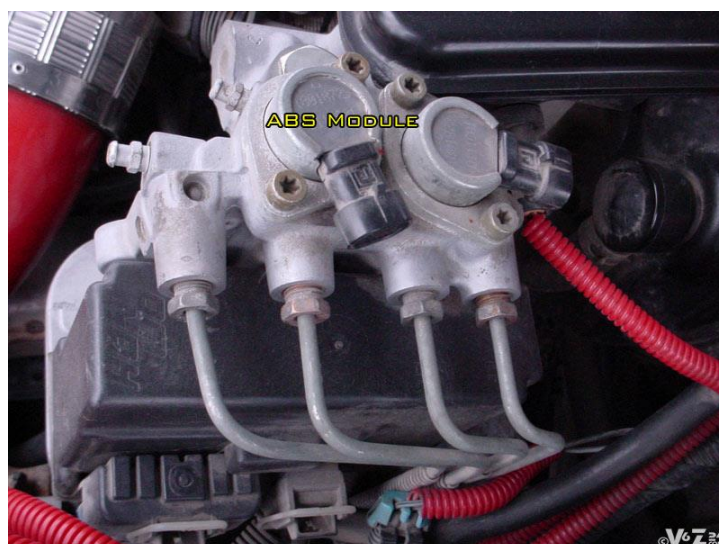
Osnovni dijelovi ABS-a su¹:

- senzori broja okretaja kotača s impulsnim prstenima,
- elektronički upravljački sklop,
- razvodnici (aktivirani elektromagnetom).

¹ Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2006.



Slika 6. Senzor i zupčanik ABS-a [18]



Slika 7. ABS modul [19]

Prema broju regulacijskih kanala i senzora, ABS dijelimo na²:

- 4-kanalne – svaki se kotač pojedinačno upravlja, s 4 senzora i dijagonalnim ili naprijed/nazad sustavom kočenja,
- 3-kanalne – s 3 ili 4 senzora i naprijed/nazad sustavom kočenja. Prednji kotači reguliraju se pojedinačno (individualno), zadnji prema SelectLow principu (princip gdje kotač s lošijim držanjem određuje tlak kočenja). Zanošenje vozila smanjuje se, jer zadnji kotači koče jednakim silama.

² Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2006.

Obično se usporavanje vozila odvija s jako malim klizanjem pri čemu se ABS ne aktivira. ABS se aktivira tek pri velikom klizanju (jakom kočenju) pri čemu sprječava blokiranje kotača. Regulacijsko područje ABSa je 8 - 35 % klizanja. ABS se automatski isključuje kad su brzine vozila ispod 6 km/h.

Na svakom se kotaču nalazi po jedan senzor i impulsni prsten (zupčanik). Frekvencija izmjeničnog napona koji se pojavljuje kao posljedica okretanja impulsnog prstena proporcionalna je brzini okretanja kotača. Naponi sa senzora prenose se do elektroničkog sklopa koji ih potom obrađuje te na temelju tih vrijednosti određuje referentnu brzinu koja odgovara brzini kretanja vozila. Elektronički sklop uspoređuje impulse s kotača s referentnom brzinom i na taj način određuje ubrzanje i usporenje svakog od kotača. Ako neki od kotača u procesu kočenja počinje blokirati tj. prekoračuje dopušteno klizanje, elektronika „prepoznaje“ tu kritičnu situaciju i prebacuje razvodnik kotača u položaj držanje tlaka. Kočni tlak ostaje konstantan, a ako kotač unatoč tome ima tendenciju jačeg klizanja, elektronika prebacuje razvodnik u položaj sniženje tlaka čime se „popušta“ kočenje na tom kotaču. Kad klizanje kotača padne na zadanu minimalnu vrijednost, razvodnik se prebacuje na porast tlaka kako bi se ponovno počelo kočiti. Sada se cijeli proces regulacije ponavlja. Regulacijski proces ponavlja se, primjerice, do 10 puta/s i to sve dok je papuča kočnice pritisnuta i brzina vozila veća od prije navedenih 6 km/h.

Elektronički sklop sastavljen je iz nekoliko blokova³:

- ulaznog stupnja koji pojačava i priprema signale iz senzora,
- digitalnog računskog sklopa koji preračunava regulacijske signale. Sklop čine dva neovisna mikroprocesora koji paralelno obrađuju informacije. Na taj je način povećana sigurnost ovog dijela sklopa,
- izlaznog stupnja – pojačava izlazne signale i aktivira razvodnike u hidroagregatu,
- sigurnosnog sklopa – testira uređaj nakon uključanja prema zadanom programu i tijekom vožnje preuzima nadzor nad radom sustava.

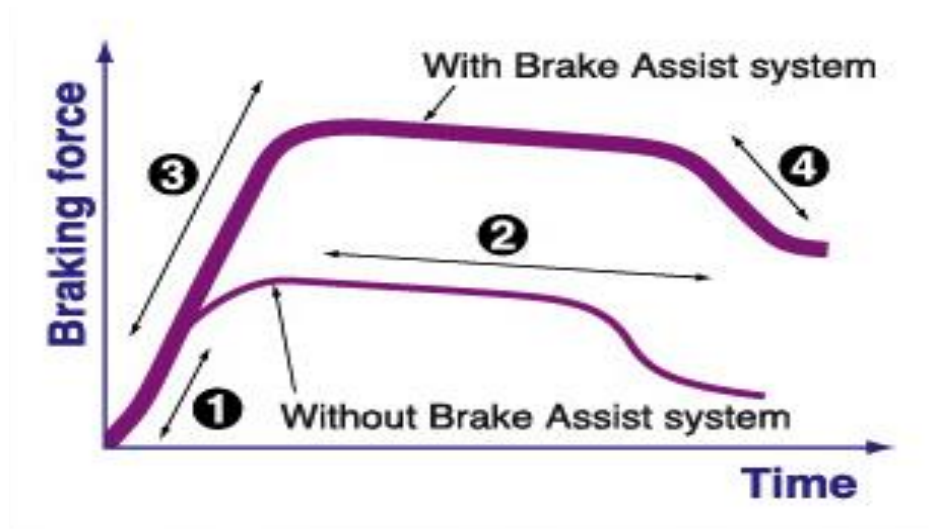
³ Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2006.

3.1.2. BAS

Prvi proizvođač automobila koji je razvio elektronički kontrolni sustav za smanjenje zaustavnog puta u hitnim slučajevima je Mercedes-Benz. Tzv. BAS je od prosinca 1999. postao standardna oprema modela serije S i SL, a od proljeća 2000. postaje standardnom opremom i drugih Mercedesovih vozila.

Brake Assist System razvijen je na temelju podataka iz Mercedesova centra za istraživanje nesreća. Pokazalo se da bez obzira na brzinu reagiranja vozači u kritičnim situacijama ne pritisnu dovoljno jako pedal kočnice. Podatke se potom provjerilo pomoću testova provedenih na većem broju vozača na simulatoru u Berlinu te je tako potvrđen taj fenomen. Prema testovima, oko 99% vozača su oklijevali kočiti te su zakočili tek u trenutku kad je bilo prekasno. Dakle, osnovna svrha uređaja je da jako „stisne“ kočnicu kad vozač oklijeva. Ispitivanja koja su provedena na vozilima s BAS-om su pokazala da je na suhom kolniku većini testiranih vozača trebalo oko 73 m zaustavnog puta pri brzini vozila od 100 km/h, dok je onim vozačima koji su koristili identično vozilo koje je bilo opremljeno s BAS-om trebalo samo oko 40 m.

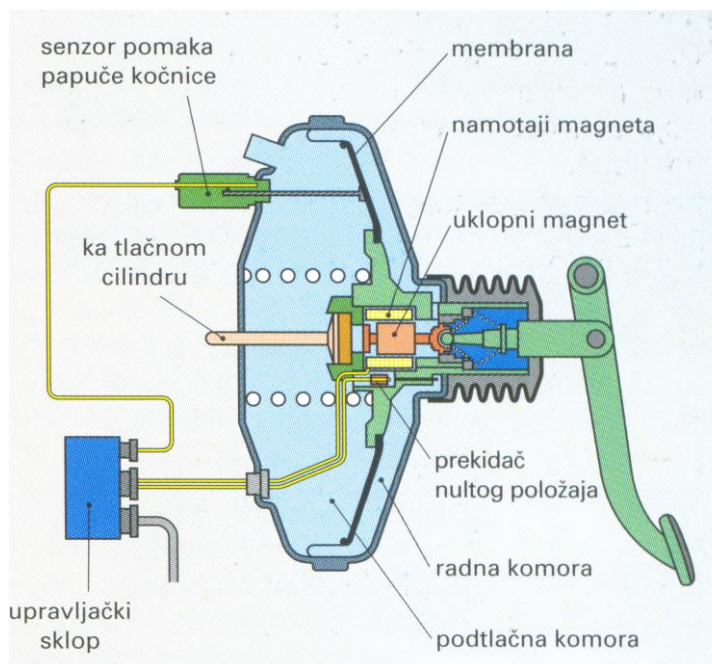
Dakle, funkcija BAS-a je da u kritičnim situacijama preuzima nadzor nad kočnim sustavom, te proizvodi maksimalnu silu kočenja zbog čega se u znatnoj mjeri skraćuje put kočenja. Istovremeno, blokiranje kotača spriječeno je djelovanjem ABS-a.



Slika 8. Sila kočenja [20]

BAS čine⁴:

- BAS elektronika (nadzorna jedinica).
- uklopni magnet,
- senzor pomaka pedale,
- prekidač nultog položaja.



Slika 9. Shema BAS-a [1]

BAS elektronika mora prepoznati kritične slučajeve kočenja. Ugrađeni senzor pomaka pedale kočnice registrira svaki pomak pedale kočnice i elektronicu prosljeđuje izmjernu vrijednost. Tako sustav pribavlja informacije o vozačevu stilu kočenja. Neprestanim uspoređivanjem podataka, BAS prepoznaje kad se pedala kočnice koristi većom brzinom od uobičajene, te zaključuje da je posrijedi kritična situacija. Čak i ako se pedala koristi samo djelić sekunde brže od uobičajenih vrijednosti (koje su pohranjene u nadzornoj jedinici), BAS se aktivira kako bi podržao vozačevu namjeru hitnog kočenja. Osim brzine pomicanja pedale kočnice, BAS u obradu uzima i brzinu vozila, te stupanj istrošenosti kočnica. BAS je s ostalim regulacijskim sustavima dinamike vozila povezan preko CAN sabirnice.

Kako bi se znalo da li je BAS u funkciji ili ne, postoji i poseban sigurnosni sklop s dijagnostičkim programom koji pali žutu kontrolnu žaruljicu na ploči s instrumentima koja

⁴ Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2006.

pokazuje da je BAS isključen. Isključenost BAS-a iz sustava ne utječe na normalan rad pojačivača sile kočenja.

BAS elektronika aktivira uklopni magnet koji otvara radnu komoru pojačala sile kočenja, čime se postiže puna sila kočenja. ABS na sebe preuzima ulogu ograničenja klizanja kotača. Kad vozač makne nogu s pedale kočnice, prekidač nultog položaja dojavljuje elektronicu da isključi uklopni magnet i trenutačno prekine automatski učinak kočenja.



Slika 10. BAS [21]

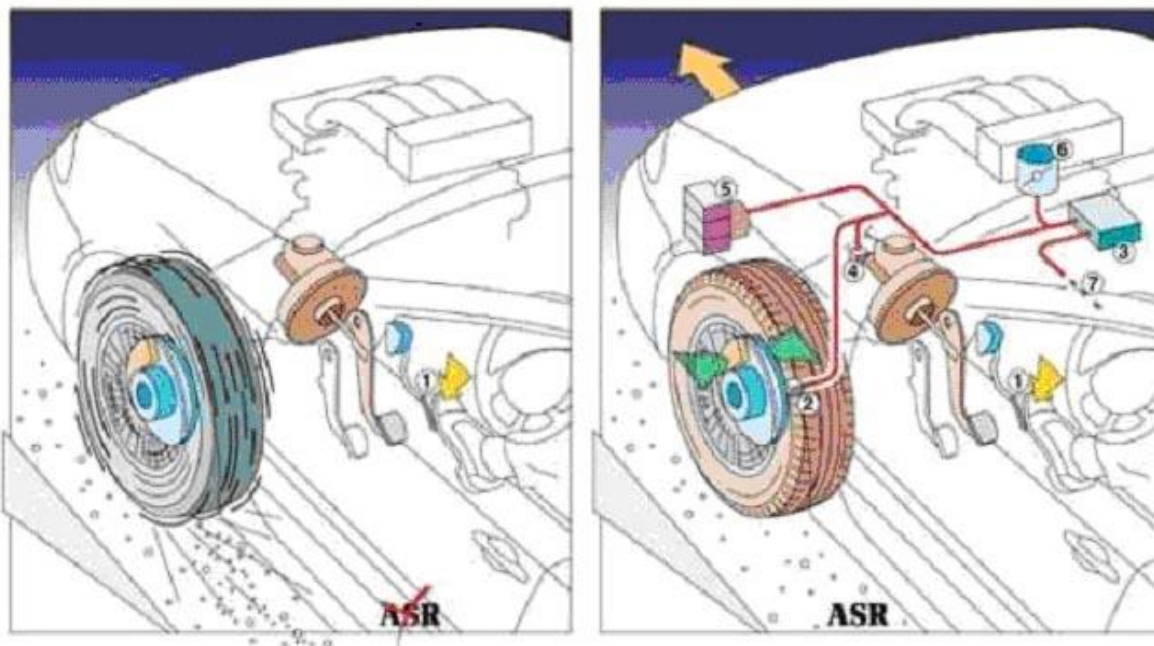
3.1.3. ASR

ASR (Antriebs-Schlupf-Regelung, TCS - Traction Control System) ugrađuje se u osobna ili privredna vozila sa zadatkom da ograniči okretni moment motora na vrijednost koju je moguće prenijeti na podlogu bez proklizavanja kotača. Na taj način sprječava se zanošenje vozila, uz optimalnu veličinu vučne sile.

Prednosti ASR-a su:

- povećanje vuče pri pokretanju i ubrzanju vozila,
- povećanje sigurnosti pri velikim vučnim silama,
- automatska prilagodba okretnog momenta motora stanju podloge i kotača (držanje),
- informacija vozaču o dostizanju granice vozne dinamike.

Povećanje vučne sile u praksi znači da polazak sa skliskog kolnika, blata, ili slične podloge neće uzrokovati okretanje kotača u prazno.



Slika 11. Sprječavanje proklizavanja [22]

Sustavi ASR-a djeluju na rad motora i kočnica, a izmjena podataka obično je putem CAN sabirnice. Jednostavniji ASR-i djeluju samo na motor.

ASR, ili kontrola trakcije u modernim vozilima radi pomoću ABS sistema. Tako što se kod ASR-a koristi senzor brzine vrtnje kotača koji koristi i ABS. Ti senzori mjere razlike u vrtnji pogonskih kotača. Razlika vrtnje pogonskih kotača kod ubrzavanja znači kako jedan od njih ima veću brzinu vrtnje tj. kako je izgubio trakciju ili proklizava. U tom trenutku kočioni sistem (ABS) automatski primjenjuje kočionu silu na kotač koji se „vrti u prazno“ kako bi mu smanjio brzinu tj. kako bi smanjio proklizavanje. U većini slučajeva dovoljno je samo da jedan kotač smanji brzinu. Neki od proizvođača u ovom pogledu su otišli korak dalje. U slučaju proklizavanja kotača smanjuje se snaga motora (oduzima se gas). Na takvim vozilima, kada se to događa, vozač će osjetiti pulsiranje pedale gasa baš kao i kod naglog kočenja kada ABS proradi pa pedala kočnice pulsira.

Najjednostavniji ASR sustav je ASR s djelovanjem na motor. Senzori okretaja kotača šalju informacije upravljačkom sklopu. Naginje li koji kotač klizanju, upravljački sklop pritvara leptir gasa. Ako ta mjera nije dovoljna, dodatno se pomiče paljenje na kasno sve dok kotač ne prestane klizati. ASR žaruljica signalizira da je sustav aktivan.

ASR se u zimskim uvjetima i vožnji s lancima mora isključiti, jer je u tom slučaju nužno imati određeno klizanje kotača.

Unaprijeđeni sustavi ASR-a djeluju i na motor i kočioni sustav te se koriste u osobnim vozilima. Sprječavaju klizanje kotača pri pokretanju i ubrzavanju (ASR) ili pri kočenju motorom (MSR).

Sustav je sastavljen iz⁵:

- ABS/ASR-MSR upravljačkog sklapa,
- ABS/ASR hidrauličke jedinice,
- elektroničke papuče gasa s upravljačkim sklopom,
- davača referentne vrijednosti, motora tj. leptira gasa.

U ABS/ASR upravljačkom sklopu obrađuju se impulsi sa senzora kotača. Naginju li jedan ili dva kotača klizanju, aktivira se ASR sustav.

Pri klizanju jednog kotača i brzini vozila manjoj od 40 km/h, radi postizanja najveće vučne sile, regulacija se izvodi prvenstveno djelovanjem na kočioni sustav, tj. kočenjem određenih kotača. Prokliže li, npr. zadnji desni kotač, upravljački sklop uključi pumpu, usisni ventil tog kotača otvara, uklopni ventil i magnetski ventil zadnjeg lijevog kotača zatvaraju, pa koči zadnji desni kotač. Ventilima upravljački sklop regulira kočenje promjenom regulacijskih faza (porast, držanje i pad tlaka).

U slučaju klizanja dva kotača i brzini vozila većoj od 40 km/h regulacija se provodi promjenom vrijednosti okretnog momenta motora kako bi se ostvario optimalni prijenos sile na podlogu. Upravljački sklop preko postavnog motora pritvara leptir gasa, te pomiče paljenje na kasno. Kližu li kotači i dalje, dodatno se uključuje i kočni sustav aktiviranjem ventila tj. koče oba zadnja kotača sve do prestanka klizanja. Ova regulacija omogućuje maksimalnu stabilnost vozila.

U slučaju da pri naglom oduzimanju gasa zbog kočenja motorom prokližu pogonski kotači, upravljački sklop aktivira MSR. Ovom regulacijom povećavaju se okretni moment i broj okretaja motora sve dok se na pogonskim kotačima ne postigne prijenos snage bez klizanja. MSR djeluje na leptir gasa.

Indikator ASR-a, kontrolna žaruljica, obavještava vozača o aktiviranju ASR sustava kao i njegova ispada iz funkcije. Upravljački sklop isključuje sustav i pali žaruljicu, a kod

⁵ Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2006.

pogreške pohranjuje u memoriju pogrešaka. Nekim od dijagnostičkih uređaja, test-uređajem ili računalom, pogreške se mogu pročitati i potom otkloniti kvar.



Slika 12. ASR jedinica [23]

3.1.4. ESP

Sprječavajući okretanje vozila oko okomite osi ciljanim kočenjem pojedinih kotača, ovi sustavi zadržavaju poprečnu i uzdužnu stabilnost vozila.

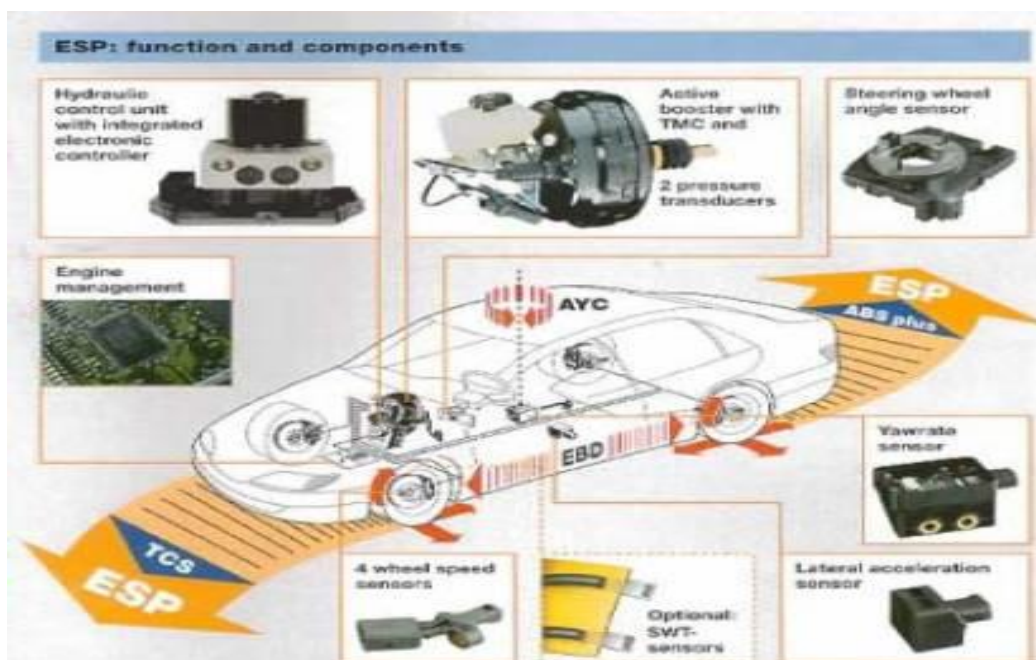
U elektroničkom programu stabilnosti (ESP) usklađeno djeluju sljedeći sustavi⁶:

- sustav protiv blokiranja kočenih kotača (ABS),
- automatska raspodjela sile kočenja (ABV),
- regulacija klizanja pogonskih kotača (ASR),
- regulacija zanošenja vozila (GMR).

Umreženi podatkovnom sabirnicom, ovi sustavi djeluju u ovisnosti o brzini vrtnje kotača, tlaku kočenja, zanošenju, kutu zakreta upravljača, bočnom ubrzanju i pohranjenim karakterističnim poljima zahvata kočenja. Upravljački sklop dobiva podatke od senzora i uspoređuje ih s referentnim. Odstupaju li stvarne vrijednosti od referentnih, sustav počinje djelovati kako bi se vozilo održalo stabilnim. Sustav reagira znatno brže nego što bi čovjek

⁶ Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2006.

mogao u zadanoj situaciji. ESP sustav odlučuje koji kotač će i koliko jako, biti kočen ili ubrzan, te hoće li se smanjiti moment motora.



Slika 13. ESP [24]

Kad vozilo u zavoju ima tendenciju premalenog zaokreta, prednji dio vozila vuče prema vanjskoj strani. ESP sustav upravlja kočnim tlakom unutrašnjeg stražnjeg kotača putem dobavne pumpe. Stvoreni moment zanošenja zbog kočenja M_k suprotstavlja se premalenom zaokretu, pa se vozilo stabilizira.

U slučaju prevelikog zaokreta, kad se stražnji dio vozila izbacuje i kad vozač koči, ESP stabilizira vozilo kočenjem prednjeg vanjskog kotača većom kočnom silom.



Slika 14. Crno vozilo ima ESP, a žuto nema [25]



Slika 15. ESP jedinica [26]

Posebno je interesantno navesti slijedeću činjenicu. Nakon petogodišnjih priprema, 1. studenog 2014. stupila je na snagu u Europskoj uniji zabrana prodaje automobila i lakih komercijalnih vozila (do 3,5 tone) koji nemaju u opremi ESP. Prema službenim statistikama iz EU ove je godine dosegnuta stopa od 84 posto novih vozila koja su serijski opremljena ESP-om⁷.

3.1.5. DBC

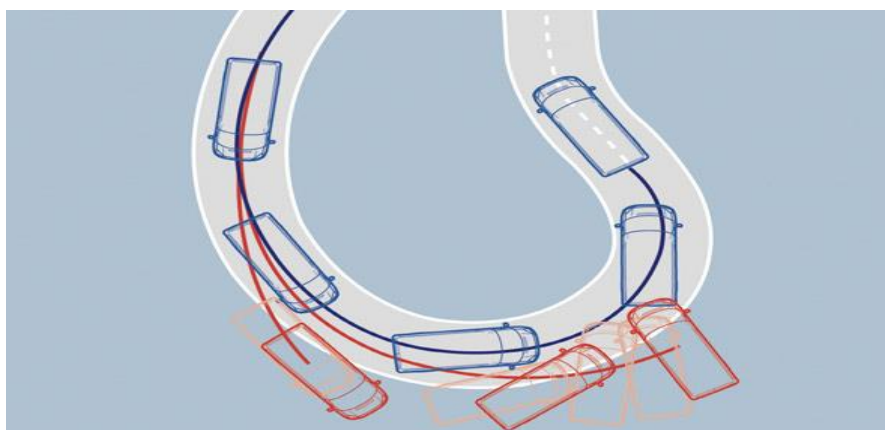
DBC je napredan BMW-ov sustav dinamičke kontrole kočnica koji precizno nadzire i podešava kočenje svakog pojedinog kotača te u svim uvjetima osigurava najučinkovitije kočenje i najbolju stabilnost. U njemu su objedinjeni svi do sada poznati kočioni sustavi. Zahvaljujući ovom sustemu, BMW-ovi modeli pri brzini od 100 km/h imaju zaustavni put od samo 36 metara. Ovakav rezultat je utemeljen na⁸:

- vrhunskoj mehanici – već model 316i ima sprijeda samoventilirajuće diskove promjera 286 mm, a straga 280 mm. Time se osigurava velik i ravnomjeran kočioni moment u bilo kojoj situaciji.

⁷ <http://www.automanija.com/esp-je-od-1-studenog-postao-obavezna-sigurnosna-oprema/>

⁸ Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2006.

- četverokanalnom ABS uređaju Bosch 5.1, s rekordnom frekvencijom kočnog pulsiranja na granici proklizavanja od 25/s (25 smanjivanja i povećanja tlaka u kočnim cilindrima u sekundi)
- širokim pneumaticima (195/65x15) u osnovnom modelu 316i. Tako se povećava kohezijska komponenta trenja (uzubljivanje gume u podlogu) i poboljšavaju ukupni uvjeti kočenja.
- elektronskoj distribuciji kočnog potencijala, ovisno o prionjivosti i kočnim sposobnostima svakog kotača. Tako se postiže višestruki učinak; bolje se iskorištavaju kočione mogućnosti, olakšava se rad ABS-u, sprječava se lokalno preopterećenje kočnica i poboljšava dinamička stabilnost.
- sustav kočione potpore, sličan Daimler-Chryslerovom BAS-u kojim se u kritičnoj situaciji, neovisno o kolebljivosti vozača, uspostavlja najintenzivnije kočenje.



Slika 16. Ponašanje vozila sa (plavo) i bez (crveno) DBC-a [27]



Slika 17. DBC jedinica [28]

3.1.6. Zračni jastuci

Vrijeme aktiviranja zračnih jastuka iznosi 40 ms tj. to vrijeme je potrebno da se napušu.

Prvi patent za zračni jastuk je izdan Johnu W. Hetricku 1953. Međutim, istraživanja sa zračnim jastucima započela su u 1960-im godinama od strane General Motorsa, Mercedes-Benza i Volva. Godine 1973. Oldsmobile Toronado je bio prvi automobil s ugrađenim zračnim jastukom. U ono vrijeme službeni naziv nije bio „air bag“ već „air cushion restraint system (ACRS)“. U slobodnom prijevodu „sustav zaštite zračnim jastukom“.

U Europi je Mercedes 1981. godine zračne jastuke počeo ugrađivati u reprezentativnu S klasu. Porsche 944 Turbo je davne 1987. bio prvi automobil sa serijskim zračnim jastucima za vozača i suvozača. No, tek 1994. započinje prava moderna povijest zračnih jastuka jer je te godine europski Ford počeo serijski ugrađivati zračne jastuke u sve svoje modele. Volvo 1995. odlazi korak dalje te za model 850 nudi i bočne zračne jastuke. Kia Sportage za američko tržište 1996. prva nudi zračni jastuk za koljena vozača.



Slika 18. Zračni jastuci u vozilu [29]

Sustav zračnih jastuka sastoji se od senzora udarca, sustava okidanja i samog zračnog jastuka. Senzori se nalaze iza prednjih odbojnika te registriraju udarce automobila koji su ekvivalentni udarcima u zid od minimalno 20 km/h. Kada senzor registrira takav udarac proslijeđuje informaciju sustavu okidanja koji se sastoji iz okidača tj. male količine TNT eksploziva. Za napuhavanje jastuka se koriste kemikalije natrij azid (NaN_3), kalijev nitrat (KNO_3) i silicijev dioksid (SiO_2). U međusobnoj reakciji natrijev azid se raspada na natrij i

dušik. Upravo dušik u kombinaciji s kalijevim nitratom napuhuje zračni jastuk. Iako se ovaj proces doima dug sve nabrojano dogodi se u samo 40 ms.

U slučaju frontalnog sudara (u okvirima od 30 stupnjeva simetrali vozila) vozila, aktivira se vozačev i suvozačev zračni jastuk, koji se ispucavaju iz svojih skrivenih odjeljaka pri brzinama do 320 kilometara na sat, apsorbirajući udarac tijela od štetnih površina kao što su ploča s instrumentima ili volan. Bočni zračni jastuk, koji može biti smješteni u oblogama vrata ili na vanjskom rubu prednjih sjedala, aktiviraju se slično, kao i zračni jastuci na prozorima i zračni jastuci stražnjih sjedala, koji su smješteni u stražnjem dijelu prednjih sjedala.

Većina zračnih jastuka oslanja se na senzore za detekciju sudara, koji upozorava kontroler (računalo) zračnog jastuka da pokrene proces napuhavanja zračnog jastuka. Neki senzori mjere usporavanje, drugi, poznati kao senzori udarca, smješteni su u prednjem dijelu vozila. Senzori su ili magnet i lopta senzor, u kojem nesreća uzrokuje slobodno kretanje male metalne lopte te u kontaktu sa magnetom stvara električni kontakt, ili senzor opruge, koji reagira tako da energija sudara pritišće oprugu stvarajući električni kontakt. Nakon što su senzori upozorili kontroler zračnog jastuka o sudaru, aktivator zračnog jastuka pokreće oslobađanje plina visokog tlaka za napuhavanje najlonskog zračnog jastuka.

Prema istraživanju koja je obavio „National Highway Traffic Safety Administration“, broj spašenih života (u SAD-u) zračnim jastucima dramatično raste u razdoblju od 1991. do 2001., kada zračni jastuci spašavaju blizu 2.000 života. Studija ističe da zračni jastuci mogu značajno poboljšati učinkovitost sigurnosnih pojaseva, te da učinkovitost zračnih jastuka bez upotrebe sigurnosnih pojaseva nije ni prebližno blizu kao učinkovitost zračnih jastuka zajedno sa sigurnosnim pojasevima.

Zbog brzine kojom se zračni jastuk napuhuje, opasno je biti u neposrednoj blizini zračnog jastuka. Uporaba sigurnosnih pojaseva i sjedenje dalje od upravljačke ploče ili volana može pomoći putnicima i vozaču od toga da bude u prebliskom kontaktu sa zračnim jastukom kada se počne napuhivati. Zbog toga što se zračni jastuk napuhava u desetinkama sekunde, važno je da ruke na upravljaču budu u položaju „10 i 14 sati“, radi izbjegavanja mogućeg teškog loma šake i palca, izazvanog izbijanjem volana. Kako bi se osigurala sigurnost putnika, djeca mlađa od 13 godina bi trebala sjediti u stražnjem sjedalu automobila, zavezana sigurnosnim pojasom. Nakon napuhavanja zračnog jastuka, plin koji je unutra će izaći i uzrokovati da se zračni jastuk ispuše, osiguravajući da zračni jastuci ne ometaju disanje ili kretanje nakon nesreće.



Slika 19. Aktivirani zračni jastuci u vozilu [29]

3.2. Pasivni elementi

Pasivnu sigurnost vozila može se promatrati kao vanjsku i unutarnju sigurnost. Bez obzira da li se radi o unutarnjoj ili vanjskoj sigurnosti, doneseni su međunarodni propisi, pravila i norme koje je potrebno poštovati te se to provjerava prilikom homologacije vozila.

U pasivnu sigurnost vozila ubrajaju se sljedeći elementi i uređaji čija je svrha ublažavanje posljedica prometne nesreće:

- karoserija,
- sigurnosni pojasevi,
- zračni jastuci,
- naslonjači za glavu,
- vanjska i unutarnja oprema i dr.

Automobilska industrija kontinuirano poduzima aktivnosti usmjerene k poboljšanju pasivne sigurnosti vozila kroz sljedeće korake:

- stabilizacijom putničke kabine,
- povećanjem zaustavne snage udarnih zona,
- ublažavanjem oštih bridova na kontrolnoj ploči,
- novim vrstama sigurnosnog stakla, itd.

3.2.1. Sigurnosni pojasevi

Samo sigurnosni pojas gotovo sigurno neće spasiti nikoga u vozilu koje udara sa stotinjak km/h u nešto. Međutim činjenica je da pojas spriječava brojne ozljede i stradavanja pri manjim brzinama. Prema nekim istraživanjima u SAD-u, čak 50% smrtnih slučajeva pri manjim brzinama se moglo izbjeći korištenjem pojasa. U Engleskoj su proračunali kako su od 1983. godine (od kada je korištenje sigurnosnih pojaseva na prednjim sjedalima u automobilima postalo obvezatno) spasili preko 50000 života, spriječili više od 600000 teških ozljeđivanja i 1500000 lakših ozljeđivanja u prometu⁹.

Sigurnosni pojas sastoji se od¹⁰:

- remena širokog najmanje 43 mm koji dopušta malo pomicanje naprijed. Pri tome ne smije biti elastičan jer bi u tom slučaju u jednom trenutku, s nekom određenom silom, gurnulo tijelo unazad što bi rezultiralo ozljedama vratne kralježnice.
- spojnica za pričvršćivanje remena koje moraju biti dovoljno čvrste, a spojevi ne smiju imati oštre rubove
- kopče za vezivanje koje moraju biti što jednostavnije konstrukcije.

Vozač i putnici koji u vozilu nisu vezani sigurnosnim pojasevima, pri frontalnom udarcu u objekt ili pri izravnom sudaru s drugim automobilom nastavljaju kretanje kroz i iz vozila, koje se gotovo trenutno zaustavilo zbog sraza. Bez obzira kako se osoba čvrsto drži rukama ili se odupire nogama, nemoguće je svladati silinu udarca i sile koje pri tome djeluju. Neminovno, vozaču ruke popuštaju, tijelom naliće na upravljač, lomi grudni koš, koljena se lome od udarca u armaturu ispod upravljača, glavom udara u vjetrobransko staklo. Suvozač najčešće izliće glavom naprijed kroz vjetrobransko staklo iz kabine automobila. Putnici na stražnjim sjedalima preliću prednja sjedala, glavama udaraju u vozača i suvozače, tijelom lome naslone sjedala, a mogu i izlijetati iz kabine kroz vjetrobransko staklo. To se najčešće događa maloj djeci koja sjede između sjedala.

⁹ <http://www.sigurno-voziti.net/problemi/problem11.html>

¹⁰ <http://www.sigurno-voziti.net/problemi/problem11.html>



Slika 20. Kretanje nevezanog i vezanog tijela sigurnosnim pojasom [9]

Hrvatski autoklub je napravio studiju koja povezuje broj poginulih osoba i učestalost korištenja sigurnosnih pojaseva. Prema rezultatima tog istraživanja, a odnosi se na 2011. godinu, u Hrvatskoj je u automobilima poginulo 215 osoba, a od toga 88, ili 41% nije koristilo sigurnosni pojas¹¹. To je alarmantno zna li se da je vezanje pojasa obavezno po Zakonu o sigurnosti cestovnog prometa, i to na svim sjedalima na kojima su pojasevi ugrađeni.

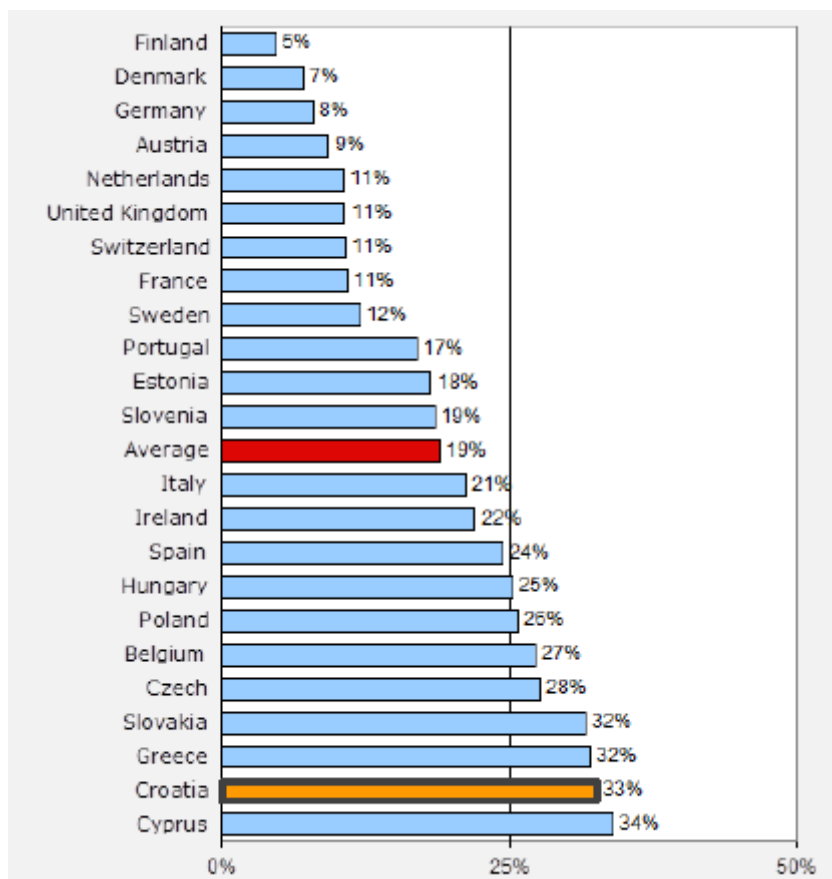
Dinamika tijela u vozilu prilikom sudara je slijedeća. Nakon udara tijela se počinju kretati te prvo koljena udaraju plastičnu armaturu ispod instrumentne ploče (sila udara odgovara kompresivnoj sili od 800 kg na svaku nogu), potom glava udara u strop i vjetrobransko staklo (nastaju i ozljede kralježnice). Prsa probijaju zračni jastuk i udaraju u upravljač. Dok se putnik na prednjem sjedalu zaustavlja na zračnom jastuku, vozač sa zračnog jastuka klizi na prozor. U sljedećoj fazi i putnik probija zračni jastuk te udara u plastičnu armaturu. Na kraju se oba tijela vraćaju unatrag udarajući jedno drugog u glavu.

Uobičajeno je da se crash testovi vrše pri brzinama od 64 km/h no 2009. autoklubovi su iznimno napravili isti test pri brzini od 30 km/h, što je brzina pri kojoj se zračni jastuk obično još ne otvara (minimalna deakceleracija za njegovo otvaranje mora biti 10g). U autima je bila samo jedna lutka, ona na mjestu vozača. Pri samo 30 km/h nevezana osoba imala bi smrtno opasne posljedice jer - ako se ne aktivira zračni jastuk - teško stradavaju prsni koš, koji udara u upravljač, i glava koja udara u vjetrobransko staklo. Po život bi bile opasne i teške ozljede vratne kralježnice. Pri toj brzini vezana osoba ne bi imala nikakve ozbiljnije

¹¹ <http://www.sigurno-voziti.net/problemi/problem11.html>

posljedice. Dodaju li se svemu tome i nevezani putnici na stražnjoj klupi, već pri srednje snažnom sudaru nastaje tragedija.

Prema rezultatima međunarodnog znanstvenog-istraživačkog projekta SARTRE 3 iz 2003., u kojem su sudjelovali i naši vozači, dobiveni su zabrinjavajući podaci. Čak 33% tadašnjih sudionika istraživanja iz Hrvatske smatralo je kako vezanje sigurnosnim pojasom nije nužno ako voze oprezno, te je Hrvatska bila rangirana kao 23. od ukupno 24 zemlje-sudionice.



Slika 21. Postotak vozača u pojedinim zemljama koji smatraju da vezivanje sigurnosnih pojaseva nije nužno, ako voze oprezno [30]

3.2.2. Naslonjači za glavu

Svrha naslonjača za glavu je rasterećenje vratne kralježnice podupiranjem glave na što većoj površini. Naslonjač za glavu mora biti blizu glave jer u prvom trenutku sudara slobodnu glavu zahvaća takvo ubrzanje da gotovo dvostrukom snagom udara o njega. Ovaj udarac

unazad je posljedica povratka tijela zaustavljenog pojasom (i/ili zračnim jastukom) u gibanju prema naprijed.

Naslonjači za glavu trebali bi biti namješteni tako da podupiru glavu vozača i putnika. Neki automobili imaju fiksne tj. nepomične naslone za glavu, ali novija vozila u pravilu imaju podesive naslone za glavu. Naslone treba namjestiti na visinu do dvije trećine visine glave, odnosno malo više od visine očiju vozača i putnika. Glava mora nalijegati na naslonjač ili biti u uspravnom položaju tik do naslonjača. Naslonjači za glavu na stražnjim sjedalima mogu biti spušteni kako bi si osigurali bolju vidljivost, ali samo dok na njima nitko ne sjedi. Ukoliko iza glave nema naslona za glavu sigurno će doći do ozbiljnih ozljeda i pri bezazlenom sudaru. Bez naslona za glavu, a ako netko udari sa stražnje strane vozila, glava će trznuti unatrag što će rezultirati puknućem vratne kralježnice i pri vrlo malim brzinama. Visina naslonjača je bitna zbog toga što u slučaju opasnosti čovjek se refleksno odupire i nogama i rukama, zbog čega se malo izdigne iz sjedala. Stoga je bitno da naslon za glavu bude malo iznad glave pri normalnom sjedenju.



Slika 22. Naslon za glavu [31]

3.3. Crash test – ispitivanje pasivne sigurnosti vozila

3.3.1. Lutke za crash testove

Prvi crash testovi su vršeni s ljudskim truplima. Na trupla bi se montirani akcelometri koji su mjerili ubrzanje tijela prilikom direktnog frontalnog sudara. Budući da su trupla bila različita i nisu se mogla dva puta upotrijebiti za test, nije bilo moguće

ponavljanje testa u istim uvjetima. Kasnije su u crash testovima korištene životinje. Međutim, i ovi testovi su bili ograničeni zbog bitnih tjelesnih različitosti. Npr. glava čimpanze neće reagirati na sudar identično kao glava čovjeka jer su težina glave i razvijenost vratnih mišića različita. Ovaj problem je riješen konstrukcijom i upotrebom „umjetnih ljudi“ tj. crash test lutkama ili kako ih se češće naziva – dummies (u doslovnom prijevodu bi značilo budala, glupan). Lutke su prvo korištene 1940-ih i 1950-ih godina za testiranje katapult sjedišta vojnih zrakoplova. Lutke su napravljene tako da se prilikom sudara kreću poput čovjeka. Stoga fizičke osobine moraju biti što sličnije ljudskim. Podaci koji definiraju ove fizičke osobine su dobijeni pomoću antropometrije.



Slika 23. Crash test lutke – odrasla osoba i dijete [10] i [32]

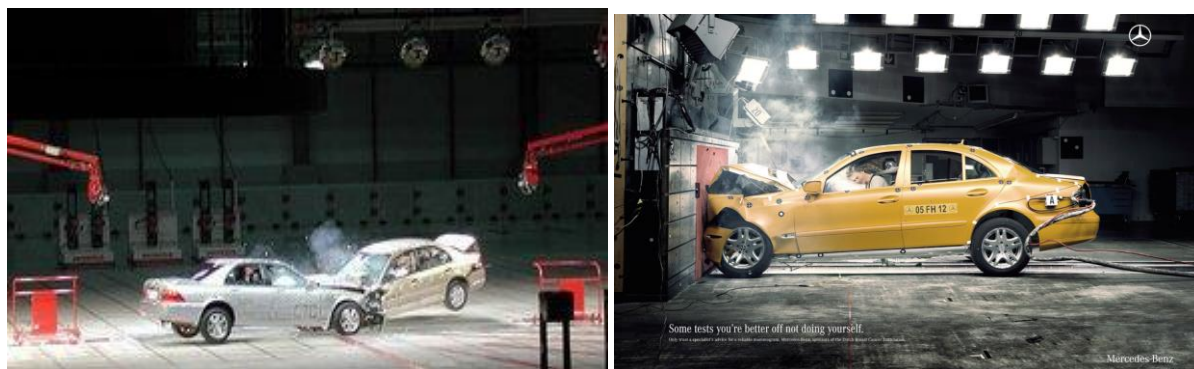


Slika 24. Priprema Crash test lutke [33]

3.3.2. Frontalni crash test

Djelomični frontalni sudar se izvodi pri brzini vozila od 64 km/h udarcem u deformabilnu aluminijsku izbočenu barijeru dijelom od 40% širine vozila sa vozačeve strane. Pod preklapanjem od 40% misli se na 40% širine najšireg dijela automobila (isključujući vanjske retrovizore). Ovaj test simulira najčešći sudar u prometu kad prednji lijevi dio udara u prednji lijevi dio drugog vozila.

Puni frontalni sudar nudi dobru provjeru zaštitnih sustava kao što su zračni jastuci i sigurnosni pojasevi. Lutke u ovom testu se postavljaju na mjesto vozača i suvozača, a vozilo se sudari sa betonskom barijerom brzinom od 56 km/h. Senzori mjere i vrednuju udar lutkine glave, prsa i nogu.



Slika 25. Djelomični frontalni sudar [11] i puni frontalni sudar [12]

3.3.3. Bočni crash test

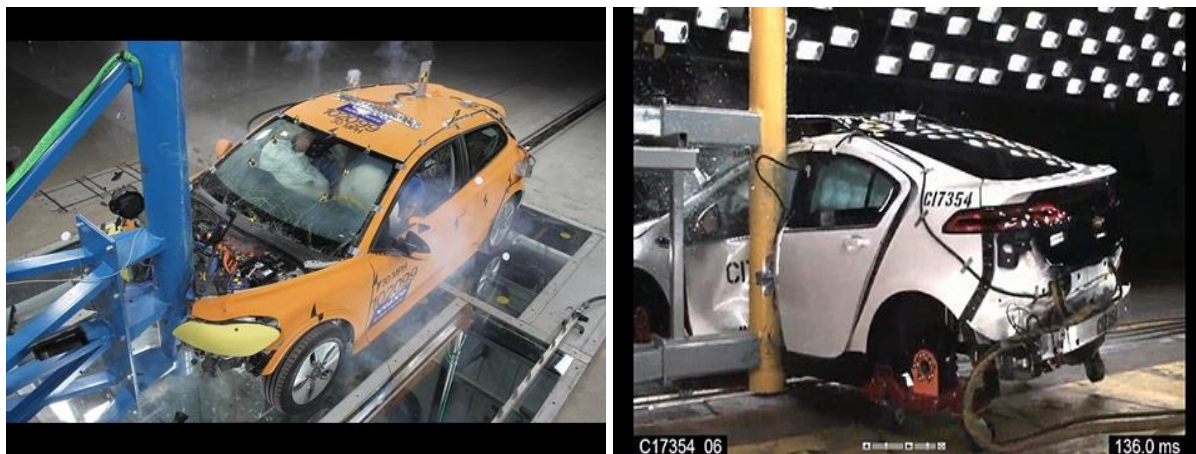
Bočni sudari su drugi uzrok povreda putnika, odmah iza frontalnih sudara i uzročnici su oko 33% svih tjelesnih povreda. Gotovo 50% zadobijenih ozljeda u bočnim sudarima su ozljede glave. Iako se bočni sudari rjeđe događaju nego li frontalni sudari, njihove posljedice su često znatno ozbiljnije. Bočnim testovima se naglašava važnost uporabe bočnih zračnih jastuka koji imaju cilj smanjiti povrede glave putnika prilikom nesreće. Bočni crash test odvija se pri brzini od 50 km/h. U ovom sudaru pokretna kolica sa deformabilnim blokom udaraju u vozačeva vrata simulirajući bočni udarac. Do većine prometnih nesreća takve vrste dolazi kada jedno vozilo naleti sa strane na drugo, ili nastaje usljed naleta vozila na stablo ili stup.



Slika 26. Crash test – testiranje vozila pri bočnom udaru [34]

3.3.4. Test naleta na stup

Crash test naleta automobila na stup podrazumijeva da se automobil kreće brzinom od 29 km/h te pri tom udara (nalijeće) u/na čelični stup promjera 254 mm. Kroz istraživanja se došlo do zaključka da u slučaju naleta vozila na stup, u automobilu koji nije opremljen bočnim zračnim jastukom za zaštitu glave, glava vozača udara u prozor i u stup sa snagom koja je dovoljna da nastanu ozbiljne povrede.



Slika 27. Crash test – testiranje vozila pri udaru u stup [35] i [36]

4. INOVATIVNE TEHNOLOGIJE U VIŠOJ SREDNJOJ I VISOKOJ KLASI VOZILA

Počeci razvoja elektronike doveli su do velikih i naglih pomaka u razvoju sigurnosnih elemenata vozila. Međutim, prije petnaest do dvadeset godina kao da je ponestalo ideja. Postojeći sustavi su se usavršavali i na neki način dosegli svoj maksimum koji je ograničen postojećom elektroničkom opremom tj. elektroničkim komponentama. Na neki način, došlo se do „zida“. Ipak, pojavile su se neke ideje koje su vjerojatno u početku izgledale kao kopija lošeg znanstveno-fantastičnog filma te se pristupilo njihovom razvijanju i dodatnom usavršavanju nekih postojećih rješenja što je rezultiralo potpuno novim uređajima. Razvoj je krenuo u pravcu toga da uređaj više nije samo „pomoćnik“ već „aktivni“ pomagač vozaču. Naime, novi uređaji „preuzimaju kontrolu nad vozilom“ kada procijene da vozač ne reagira kako bi trebao u odgovarajućoj situaciji. Sve je zapravo započelo s elementima koji su trebali biti pomoć pri parkiranju. Iz tog, sada primitivnog sustava, razvili su se brojni sklopovi čiju funkciju se može podijeliti na:

- bočni sustav kontrole
- uzdužni sustav kontrole.

Nešto kasnije se počinje razvijati i inteligenta prilagodba brzine kao i poboljšanje vidljivosti da bi se sad počelo eksperimentirati i s komunikacijom među vozilima i između prometnice i vozila.

4.1. Pomoć pri parkiranju

Iako nije posebno bitna za sigurnost prometa, sklopovi i „filozofija“ pomoći pri parkiranju je bila temelj kasnijim uređajima koji imaju funkciju aktivnog i inteligentnog povećanja sigurnosti u prometu.

Polazni problem kojeg se željelo riješiti je bila vidljivost. Naime, prilikom vožnje unazad, posebno kad se radi o prelasku na novo vozilo, teško je procijeniti koliko je ostalo mjesta do zida, parkiranog vozila ili druge prepreke. Isto tako, i prilikom kretanja naprijed, zbog zakrivljenosti haube, teško je procijeniti kolika je udaljenost od prepreke. Jasno, suvozač može izaći iz vozila i navoditi vozača, no često nema suvozača u vozilu. Dakle, treba

„napraviti“ suvozača koji će „vidjeti“ i „upozoravati“. Problem „gledanja“ se vrlo brzo i jednostavno rješio. Iskoristilo se radarski snop, što je tehnologija s početka 2. svjetskog rata. Uređaj bi odaslao elektromagnetski val i čekao da se on odbije od neke prepreke. Kad bi dobio reflektirani val, imao bi vrijeme kretanja vala do prepreke i natrag te uz poznatu brzinu vala se lako izračuna udaljenost do prepreke. Kad bi proračun dao neki jako malu vrijednost, uključio bi se zvučni signal koji bi upozoravao vozača na mogućnost udara u prepreku. Kasnije izvedbe su dodale i to da u određenom trenutku, bez obzira na vozača, vozilo zakoči kako nebi udarilo u prepreku. Sustav se pokazao dobar no ipak je imao jedan nedostatak. Naime, brojna istraživanja su dokazala da su elektromagnetska zračenja opasna po zdravlje čovjeka. Kad bi svi automobili imali ovakav način detekcije, pojavila bi se velika količina zračenja te bi na kraju sve to postalo opasno po čovjeka. Prema tome, sistem za mjerenje udaljenosti je trebalo zamjeniti nečim prihvatljivijim. Cijelo to vrijeme, ili točnije čak od 2. svjetskog rata, podmornice detektiraju okoliš „pinganjem“. Pojednostavljeno, zvučnik ispusti zvuk, te se potom osluškuje mikrofonom povrat zvuka. Stvari se malo kompliciraju zbog Doplerovog efekta, no računalo može dovoljno brzo izračunati udaljenost od prepreke. Drugi „problem“ je taj što se zvuk u tekućini širi dalje nego li u zraku. Ipak, kad se ovakav senzor instalira na vozilo, bez problema prati udaljenosti na stotinjak metara od vozila što je, posebno u slučaju parkiranja, više nego dovoljno. Zbog toga suvremeni senzori udaljenosti vozila od prepreke koriste ultrazvučne valove.



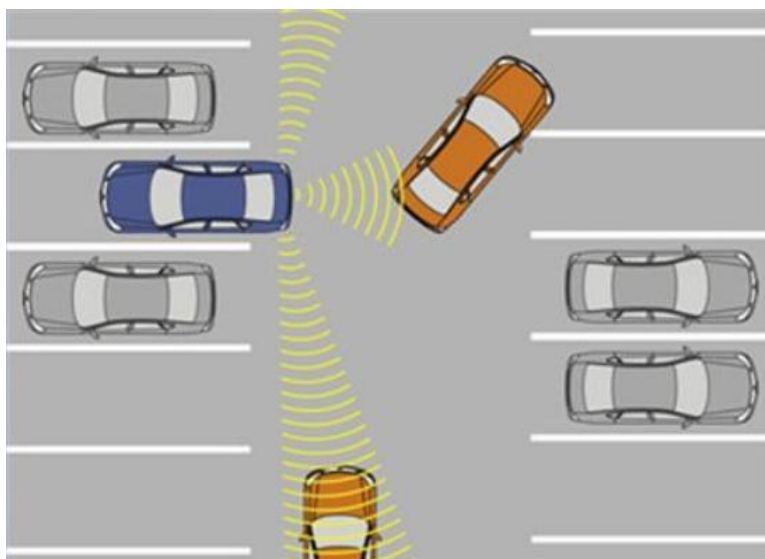
Slika 28. Smještaj senzora za pomoć pri parkiranju unatrag [37]



Slika 29. Senzori, kamera, LCD ekran i centralna jedinica sustava [37]

Budući da je čovjek vizualno biće, u sustav se dodalo i kameru koja snima situaciju iza vozila kao i displej na kojem se ta slika prikazuje. Realno promatrano, ovo je više „modni dodatak“ nego li stvarna pomoć jer je vrlo upitno što se stvarno može vidjeti na ekranu čija je dijagonala desetak centimetara.

Nakon što se ovaj sustav pokazao dobrim, slijedilo je i njegovo „proširenje“ prema bokovima vozila. Zapravo, postojeći sistem za vožnju unatrag je samo dopunjen dvama identičnim sustavima pri čemu jedan kontrolira lijevu a drugi desnu stranu vozila.



Slika 30. Uočavanje bočnih i stražnjih prepreka [38]



Slika 31. Jedan od brojnih načina prikaza udaljenosti pri parkiranju [39]

S ovim uređajem postavljen je temelj za uređaje koji imaju utjecaja na sigurnost vozila tijekom vožnje.

4.2. Uzdužni sustav kontrole

Uzdužni sustav kontrole je sustav koji pratiti situaciju ispred i iza vozila. Prema tome, jasno je iz čega je razvijen, no ono po čemu je ovo posebna „kategorija“ je to što ovaj sustav djeluje na gas i kočnice ako se za to ukaže potreba. Uobičajena podjela ovog sustava je na pet temeljnih skupina pri čemu se razlikuje:

- Adaptive Cruise Control (ACC)
- sustav za upozorenje na sudar i izbjegavanje sudara
- sustav za upozorenje na sudar na križanjima
- „Stop and Go“ sustav
- sustav za otkrivanje i upozoravanje vozača na pješaka

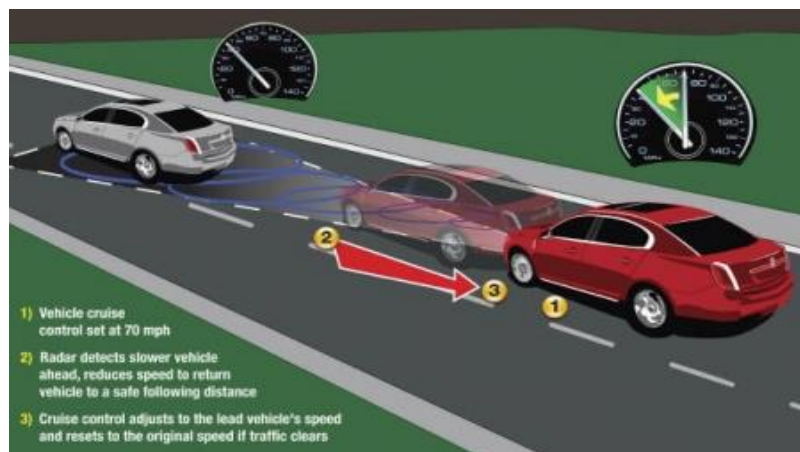
Adaptive Cruise Control (ACC) ili sustav za održavanje udaljenosti prima podatke o stanju ispred vozila uz pomoć već prije opisanih senzora ili pak kamere. Ako se koristi kamera, program prati „povećanje“ slike te na temelju toga izračunava brzinu približavanja prepreci. Za sada su se boljim pokazali ultrazvučni senzori jer su jednostavniji a sam proces određivanja udaljenosti je jednostavniji. Sistem rada je slijedeći. U prvom „pinganju“ se odredi „početna“ udaljenost. Nakon nekog vremena, npr. desetinke sekunde, drugo „pinganje“

daje neku novu, npr. manju vrijednost. Sada računalo proračunava kojom brzinom se vozilo približava prepreci tj. može li doći do sudara. Ako proračun ukaže na mogućnost sudara, prvo slijedi zvučni signal (te vrlo često) i svjetlosni signal. U situaciji kad vozač ne reagira u „razumnom“ vremenu (računalo određuje što je to „razumno vrijeme“), sustav sam počinje najpogodniji manevar za izbjegavanje sudara. Smještaj samih uređaja je na neki način „standardiziran“. Naime, ako sustav koristi kameru, smješta ju se pod unutarnji retrovizor. Ako se pak koristi senzore, oni su smješteni u visini farova. Jedina prednost sustava s kamerom je ta što ista kamera može prikupljati i podatke za LDW.



Slika 32. ACC [40]

Već dugi niz godina vozila su opremljena sa tzv Cruising Control uređajima. Razvoj tih uređaja započeo je u SAD-u. Naime, izuzetno velike udaljenosti i cesta bez zavoja vožnju čine monotonom tj. dolazilo je do „zatupljenosti“ vozača u određenim trenucima. Na primjer, vozač bi se „uspavao“ te bi nailaskom na uzbrdicu „zaboravio“ dodati gas te bi se vozilo usporavalo. Slično tome, na nizbrdici bi se „zaletio“. Kako bi se to izbjeglo konstruiran je Cruising Control koji kad primjeti promjenu brzine reagira ili dodavanjem ili oduzimanjem gasa. Međutim, problem nastane kad se stave, međusobno neovisni, Cruising Control i ACC uređaj u vozilo. Jedan uređaj želi održati brzinu a drugi „ koči“. Dakle, treba ih se povezati, treba ih se staviti u „suradnju“ i odrediti tko je „glavni“. U praksi je to postavljeno da je ACC „glavni“, a Cruising Control „pomoćni“ uređaj pri čemu surađuju na slijedeći način. Vozilu je Cruising Control podešen na npr. 100 km/h. U jednom trenutku detektira se vozilo koje vozi ispred sa npr. 80 km/h. Kako bi se izbjeglo nalijetanje na njega ACC usporava na 80 km/h i čeka kad će se vozilo ispred ubrzati ili jednostavno maknuti. U tom trenutku, kad više nema vozila koje ide 80 km/h (ili je počelo voziti 100 ili 110 km/h), ACC vraća kontrolu na Cruising Control koji vraća vozilo na podešenu brzinu.



Slika 33. Ponašanje vozila s ACC-om [41]

Navedena „simbioza“ je dobra no činjenica je da je nalijetanje na vozilo ispred neusporedivo veće u gradu nego li na otvorenoj cesti. U gradu, kad je udaljenost između vozilima oko pet metara, ako prvo vozilo stane, a ono iza njega vozi brzinom od samo 18 km/h, u roku od jedne sekunde će doći do sudara. Energije sudara nisu velike (npr. ako je ukupna masa vozila 900 kg, energija je 11250 J) no dovoljne su za dosta veliku štetu na vozilima kao i trzajne ozljede vrata. Zbog toga se razvilo nekoliko sustava kojima je ACC temelj, a sustavi su vezani uz gradsku vožnju. Jedna od najčešćih modifikacija je „Stop and Go“ sustav. Specifičnost ovog sustava je u tome što se samostalno aktivira pri manjim brzinama tj. pri brzinama koje vozilo „prepoznaje“ kao gradsku vožnju. Volvo je malo doradio „Stop and Go“ sistem i nazvao ga je „City safety“. Ovaj sustav se automatski aktivira pri brzinama do 30 km/h i bitno smanjuje posljedice takvih sudara.

U slučajevima kada je izvor informacija kamera, uvijek se koriste dvije kamere. Jedna kamera je „obična“ kamera, a druga je IC tj. kamera sa infracrvenom osjetljivošću te može prikupljati potrebne informacije i noću.

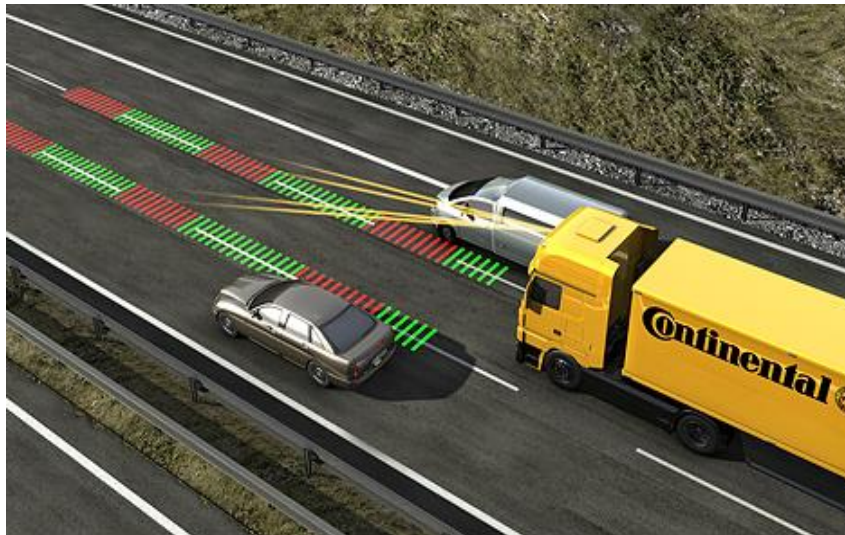
4.3. Bočni sustav kontrole

Budući da je vožnja zamorna, posebno ako se radi o noćnoj vožnji ravnom cestom, čest je slučaj da vozač zaspe ili se nađe u polusnu. Posljedica toga je izlijetanje s ceste. Kako bi se to spriječilo razvijen je sustav „trake vođenja“ koji se često naziva i Driver Alert

Control (DAC). U osnovi, vozilo prati oznake na kolniku tj. crte koje označavaju prostor prometne trake te održava vozilo između njih.

Budući da svaki proizvođač vozila želi i poboljšati sigurnost vozila, svi proizvođači vozila istovremno razvijaju neke svoje verzije „trake vođenja“. Tako je npr. Volvo je svoj sustav nazvao LDW (Lane Departure Warning/ Upozorenje prilikom napuštanja ceste).

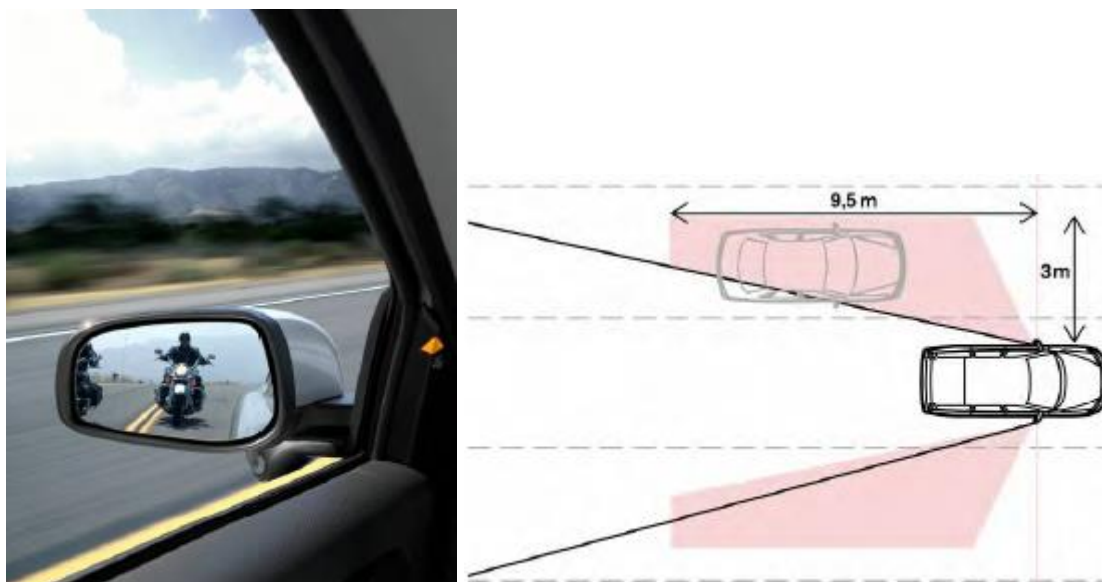
Sistem rada LDW-a se oslanja na princip rada kompjuterskog skenera. Kod skenera „lampa“ prelazi preko teksta te znakove koje je „lampa“ uočila program uspoređuje sa znakovima u svojoj bazi podataka te na temelju te usporedbe ispisuje tekst posložen od „prepoznatih“ znakova. Kod LDW-a kamera koja je smještena ispod unutrašnjeg retrovizora ima funkciju „lampe“ skenera. Kamera „registrira krivulju“ te taj podatak šalje računalu. Dok god kamera „vidi“ crte na cesti, sve je u redu. Međutim, kada jednu od crta više ne vidi (jer je kotač prešao preko trake ili joj se previše približio) računalo prvo daje zvučni signal koji bi trebao upozoriti vozača. Ako vozač ne reagira na zvučni signal, računalo šalje signal servo upravljaču da zakrene kotače kako bi kamera ponovno mogla „vidjeti“ obe crte na cesti. Kako bi se izbjegli „nesporazumi“ pri „gaženju crte“, LDW ne šalje signal niti ne preuzima kontrolu ako su uključeni pokazivači smjera jer je tada jasno da vozač svjesno poduzima neku radnju vezanu uz skretanje tj. prelazak crte.



Slika 34. LDW [42]

Kad se govori o kontroli bokova vozila, nemoguće je ne navesti i pomoć pri kontroli mrtvog kuta retrovizora. Naime, velik broj nesreća nastaje prilikom uključivanja u promet ili pri pretjecanju jer se ne provjeri mrtvi kut. S obzirom da je mrtvi kut nevidljiv, bilo bi nezgodno „pokriti“ ga s kamerom te sliku slati na ekran u vozilu. Ipak, postoje i ovakvi

sustavi no oni zahtjevaju ekran u vozilu. Dodatno „pištanje“ koje signalizira da je nešto u mrtvom kutu, skreće pogled vozača na ekran što je zapravo odvlačenje pažnje sa same ceste. Stoga ovakvi sustavi još uvijek nisu u čestoj primjeni. Znatno jednostavnije i jeftinije rješenje je smještaj malog senzora u sam retrovizor. Radarski ili ultrazvučni snop (ovisno o vrsti senzora koji se koristi) pri tome „pokriva“ i mrtvi kut te se u trenutku kada se nešto nađe u mrtvom kutu aktivira zvučni signal upozoravajući vozača na novonastalu opasnu situaciju. Slično DAC sustavu tj. LDW sustavu, i ovaj sustav može imati automatiku koja preuzima upravljanje vozilom ako vozač ne reagira na upozorenje. Pri tome se najčešće radi o usporavanju vozila i „davanju“ u desno. Zanimljivo je napomenuti da je i ovaj sustav razvio Volvo i to pred desetak godina pod oznakom BLIS (Blind Spot Information System) pri čemu je koristio „klasične“ kamera, a GM (General Motors) 2008. uvodi radare¹². Specifičnost BLIS sustava je bila u tome što je sliku prikazivao na retrovizoru.



Slika 35. BLIS sustav i područje „pokrivanja“ [13]

¹² <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:670550/FULLTEXT01.pdf>

4.4. Primjer sustava u Citroen automobilima

Telematiku u Citroën vozilima moguće je podijeliti u nekoliko temeljnih cjelina kao npr. cjelinu vezanu uz navigaciju, pomoćne informacije i pomoć pri vožnji.

4.4.1. Navigacijski sustav Citroën

Činjenica je da na tržištu postoje brojni navigacijski sustavi no svaki renomirani proizvođač razvija i neki svoj vlastiti navigacijski sustav. Jasno, onaj dio koji je vezan uz sam položaj automobila, jer koristi GPS sustav je uglavnom isti no razlike se pojavljuju u nekim dodatnim funkcijama. Zbog toga eMyWay navigacija koju koriste Citroën automobili ima neke vlastite specifičnosti. Za početak, može se istaknuti veliki zaslon u boji veličine 7" visoke razlučivosti koji omogućava ugodni kontakt vozača i sustava što je vidljivo i iz slike 4.9. „Standardni“ navigacijski sustavi obično imaju manje ekrane što praćenje informacija na njima čini u najboljem slučaju neugodnim. Slijedeća prednost ovog sustava je u tome što ima veliku unutarnju memoriju s učitanim autokartama. Iako na prvi pogled ovo i nije nešto posebno bitno, ova velika memorija omogućava smještaj velikog broja karti te je mala vjerojatnost da u jednom trenutku se „izide iz karte“. Možda sama karta i mjesto gdje se automobil trenutno nalazi i nije nešto osobito važno no dodatak koji podiže ovaj sustav na nivo inteligentnog elementa, koji ovo vozilo čini inteligentnim vozilom, je podsjetnik na znakove za ograničenje brzine. Naime, karta koju sustav koristi ima više „razina“. Prva „razina“ bi bila standardni prikaz gdje se automobil nalazi i navođenje prema cilju. To bi bilo ono standardno „skrenite desno kad prijedete još 500 m“. Inteligentna razina je što ta karta „zna“ koji su znakovi tj. ograničenja na mjestu gdje se automobil nalazi te uz standardno „skrenite“ može se dobiti i upozorenje o prekoračenju brzine, nailasku na neku opasnu dionicu i sl. Jasno, temeljni problem navigacije su karte tj. točnost informacija koje karta daje. Mjesta se ne mjenjaju no neki uvjeti u vožnji se mjenjaju. Na primjer, moguće je da je usljed nečeg došlo do preusmjeravanja prometa ili su drugi uvjeti na cesti pa su ograničenja drugačija. Zbog toga postoji u Citroënu odjel koji je zadužen samo za to. Stoga se prije putovanja može besplatno napraviti „update“ karte kako bi se na put išlo s novim informacijama.



Slika 36. Smještaj navigacijskog sustava [43]

Za razliku od „standardnog“ GPS prikaza, na ovom navigacijskom sustavu se dobiva realne slike mjesta kroz koje se putuje (vidljivo na slici 4.10.) tako da je snalaženje dodatno olakšano.



Slika 37. Smještaj navigacijskog sustava [43]

Navigacija čini vožnju ugodnijom tj. sigurnijom. Međutim postoje i situacije kada su potrebne neke dodatne informacije ili pomoć. U tu svrhu Citroën je razvio Connect Box što je zapravo veza na niz besplatnih usluga, dostupnih 24 sata na dan i 7 dana u tjednu, koje pružaju još više sigurnosti i pomoći. Connect Box omogućava:

- poziv za pomoć
- poziv u nuždi
- virtualnu servisnu knjižicu.

Citroën lokalizirani poziv za pomoć aktivira se u slučajevima kvara automobila tijekom vožnje. Određeni problem je u tome što kod nas ovaj sustav još nije u funkciji. Naime, šalje se poziv Citroën centru koji šalje ekipu mehaničara kako bi popravili vozilo ili ga barem osposobili da može doći do prvog servisa u kojem će se napraviti detaljni popravak.

Citroën lokalizirani poziv u nuždi je vrlo sličan no on se aktivira ako je vozilo sudjelovalo u prometnoj nesreći (slika 4.11.). Ponovno, postoji problem naše infrastrukture koja ne podržava ovu funkciju.



Slika 38. Smještaj tipke za poziv u nuždi [44]

Citroën virtualna servisna knjižica zapravo daje sve informacije koje se mogu dobiti i iz „papirnatih servisnih knjižica“. Ipak, postoji jedna bitna prednost. Automobil sam „upisuje“ u knjižicu sve promjene te vlasnik u svojem osobnom prostoru MyCitroën prima obavijesti o stanju svojeg vozila te na temelju njih može donositi odgovarajuće odluke kao npr. da li će ići na promjenu ulja i sl.

4.4.2. Pomoć pri vožnji

Iako su i do sada navedeni sustavi pomoć pri vožnji, potrebno je navesti sustave koji su uistinu značajni za sigurnost vožnje. Pri tome se može promatrati sustave koji vozilo čine inteligentnim i one koji čine snalaženje među svim informacijama znatno ugodnijim čime se indirektno postiže ne samo pomoć pri vožnji nego i udobnost vožnje. U prvoj kategoriji se može izdvojiti sustav za upozorenje o nenamjernom prelaženju crte, otkrivanje nedovoljnog

tlaka u gumama, automatska svjetla, aktivni regulator brzine, sustav za mjerenje raspoloživog mjesta za parkiranje, Park Assist, kameru za vožnju unatrag, sustav Vision 360° inadzor mrtvog kuta. Druga kategorija je primjena HUD-a.

Sustav za upozorenje o nenamjernom prelaženju crte koristi senzore (AFIL) koji detektiraju crte na cesti i u slučaju njihovog prelaska o tome obavještavaju vozača. Ovaj sustav za upozorenje o nenamjernom prelaženju crte pomaže u borbi protiv pospanosti ili trenutaka rastresenosti za upravljačem te je ova inovacija ponajprije velik napredak u području sigurnosti.

Ova tehnologija rabi podatke koje stalno prikupljaju infracrveni senzori usmjereni prema tlu kako bi otkrila prelazak vozila preko bijele isprekidane ili pune crte (slika 4.12.). Kada vozilo prijeđe bijelu crtu bez upaljenog pokazivača smjera, računalo sustava šalje upozorenje. Vozača tada upozoravaju zvučni signali i/ili vibracije u sjedalu i to s one strane na kojoj je prešao preko crte. Sustav ne utječe na komande vozila kako bi vozač i dalje imao nadzor nad vozilom. Sustav za upozorenje o nenamjernom prelaženju crte uz pomoć senzora dostupan je na C4 i C5.



Slika 39. Sustav za upozorenje o nenamjernom prelaženju crte uz pomoć senzora [45]

Na prvi pogled, korištenje infracrvenog senzora nije baš jasno. Infracrveno isijavanje vezano je uz toplinu pa se postavlja pitanje nije li cijela cesta iste temperature. Činjenice su ipak nešto drugačije. Bijela crta reflektira svjetlost i nešto je hladnija od ostatka ceste. Može se raditi samo o desetinkama stupnja no uz osjetljivi infracrveni senzor moguće je tu razliku uočiti. Dakle, sustav je u osnovi vrlo jednostavan. Senzor registrira neku temperaturu. Potom

samo na trenutak temperatura opada te ponovo dolazi na prijašnju temperaturu. Znači, prešlo se preko nečeg hladnog. Prešlo se preko crte te to treba signalizirati vozaču.

Druga generacija sustava za upozorenje o nenamjernom prelaženju crte (AFIL) ima malenu kameru i digitalni prikaz slike pa još učinkovitije predviđa opasnosti (slika 4.13.). Kamera ima neki definirani kut tj. širinu snimanja i na temelju toga se „zna“ da li je vozilo u traci ili ne. Jasno, mora se napraviti „kalibriranje“ još u proizvodnji da kamera „vidi“ lijevu crtu kad je vozilo maksimalno na desnoj strani trake i obrnuto. U trenutku kad kamera više ne „vidi“ crtu, znači da je vozilo izašlo iz trake. Sama logika rada je vrlo jednostavna. Uspoređuje se snimak kamere sa „snimljenom slikom crte“. Dakle, ako je netko kredom nacrtao nešto na kolniku, kamera ne reagira.

Nenamjerni prelasci bijelih crta bez uključivanja pokazivača smjera, dojavljaju se vibracijama u sjedalu ili u vozačevu sigurnosnom pojasu. Odstupanja od putanje otkriva malena, gotovo nevidljiva, kamera ugrađena pokraj unutarnjeg retrovizora kao i tehnologija prepoznavanja crta temeljena na digitalnom prikazu.



Slika 40. Sustav za upozorenje o nenamjernom prelaženju crte uz pomoć kamere [45]

Sustav otkrivanja nedovoljnog tlaka u gumama mjeri tlak u gumama senzorima koji se nalaze na svakoj gumi i šalju podatke središnjem računalu. Kada tlak u gumi padne ispod prethodno određene granice, na višenamjenskom se zaslону pojavljuje slikovna obavijest o tome popraćena zvučnim upozorenjem (slika 4.14.). Na taj način sustav otkriva eventualni pad tlaka u gumama koji može narušiti stabilnost vozila i sigurnost putnika. Osim što je to element sigurnosti, taj sustav potiče vozača na stalan nadzor nad tlakom što pridonosi smanjenju buke u vožnji, potrošnje goriva te trošenju guma.



Slika 41. Sustav kontrole tlaka u pneumaticima [46]

Slijedeći element je vezan uz automatsko uključivanje kratkih svjetala. Naime, svjetla se automatski pale, ovisno o uvjetima u prometu i količini vanjske svjetlosti i omogućuju potpuno opuštenu vožnju noću jer više ne postoji stalni pritisak „koja su mi svjetla uključena“. Pomoću senzora koji mjeri intenzitet svjetla dobiva se podatak o „količini“ svjetla. Kad taj iznos padne ispod određene granice, svjetla se automatski pale. Pomoću senzora koji se koristi pri aktivnoj regulaciji brzine dobiva se podatke o prometu ispred vozila te ako senzor registrira vozilo, aktiviraju se kratka svjetla. Prolaskom vozila tj. ako je cesta ispred automobila „čista“ automatski se uključuju duga svjetla.

Aktivni sustav regulacije brzine (slika 4.15.) otkriva svako usporavanje vozila ispred i o tome obavještava vozača. Zbog toga je vozilo stalno na sigurnoj udaljenosti od vozila sprijeda. Regulator brzine održava stalnu udaljenost od vozila sprijeda djelujući na gas i kočnicu u rasponu brzine od otprilike 30 km/h. Kad se cesta ispred oslobodi, automobil se automatski vraća na namještenu brzinu.



Slika 42. Aktivni sustav regulacije brzine [45]

Ultrazvučni senzor u prednjem braniku šalje zvučni snop i „osluškuje“ da li se taj zvuk vraća. Ako se vraća, znači da ispred postoji neka prepreka. S obzirom na to koliko se brzo zvuk vrati moguće je odrediti udaljenost od prepreke. Već nakon dva takva „povrata zvuka“ moguće je ustanoviti da li se automobil približava prepreci ili je na konstantnoj udaljenosti od nje ili se čak udaljava. Na temelju toga računalno djeluje na gas ili kočnice čime oslobađa vozača konstantne napetosti vezane uz kontrolu toga da ne naleti na vozilo ispred sebe.

Mjerenje raspoloživog mjesta za parkiranje (slika 4.16.) pomaže tijekom parkiranja automobila jer pokazuje ima li se dovoljno mjesta s obzirom na veličinu vozila. Zahvaljujući senzorima ugrađenima u prednji odbojnik, sustav za mjerenje raspoloživog mjesta potvrđuje vozaču odgovara li slobodno parkirno mjesto dimenzijama vozila. Usto, obavješćuje ga o težini manevra koji treba izvesti. Dovoljno je proći pokraj parkirnog mjesta da bi senzor skenirao njegovu duljinu. Mjerenje završava kada prednji dio vozila prođe pokraj mjesta. Na višenamjenskom ekranu pojavljuje se poruka praćena zvučnim signalom o tome je li parkiranje moguće, teško ili se ne preporučuje.



Slika 43. Park Assist [45]

Kod ovog sustava se ponovo koriste ultrazvučni senzori. Senzor registrira vozilo ili prepreku tj. bočnu udaljenost od nje. U trenutku kad dođe do nekog „udubljenja“ registrira „dubinu“ te ako je to npr. 1,5 m procjenjuje da bi se tu, po pitanju „dubine“ moglo parkirati. Potom mjeri vrijeme do trenutka nailaska na smanjenje „dubine“. Znajući brzinu kretanja, računalno izračunava dužinu „udubljenja“ te sugerira vozaču da li se može parkirati ili ne.

Usko vezano uz ovo je i sustav automatskog parkiranja Park Assist koji pomaže da se vozilo automatski parkira. Na vozaču je samo da pritisće papučicu gasa i kočnice. Naime, ovo je samo određena nadogradnja prethodnog sustava u kojem se aktiviraju i prednji i stražnji senzori koji upozoravaju na udaljenost od prednje ili stražnje prepreke zbog kojih bi vozač morao zakočiti. Uključivanjem Park Assista, automobilu je jasno da se vozač želi parkirati te

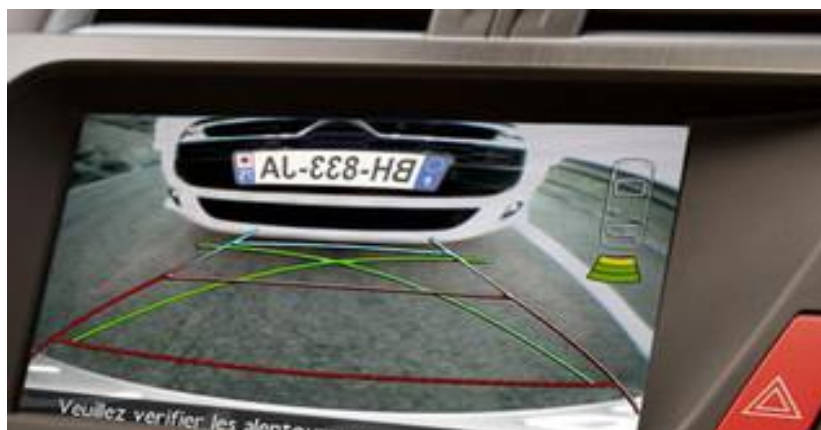
koristi „proceduru“ za parkiranje. Dakle, kad vozač dođe do kraja prepreke (registrira ju stražnji npr. desni senzor) i zaustavi automobil, automobil odmah prebacuje u vožnju unatrag i okreće kotače da stražnji dio vozila uđe u slobodni prostor. U trenutku kad stražnji senzor registrira odgovarajuću blizinu prepreke iza automobila, šalje se signal vozaču koji će zakočiti. U tom trenutku, kad je vozilo stalo, automobil prebacuje u vožnju prema naprijed i okreće kotače u suprotnom smjeru tj. nastoji automobil „uvući“ što dublje u parkirni prostor. Dolaskom do prepreke ispred automobila, radnja se ponavlja (ubacivanje u vožnju unatrag i zakretanje kotača). Proceduru se ponavlja dok automobil nije parkiran ili dok vozač ne isključi Park Assist.

Budući da je čovjek ipak „vizualno biće“, posebna pomoć pri parkiraju je kamera za vožnju unatrag koja na glavnom ekranu u vozilu pruža pregled svega što se nalazi iza vozila kad se uključi prijenos za vožnju unatrag. Sliku upotpunjuju crte u boji koji obilježavaju smjer vozila i udaljenost do eventualne prepreke. Kamera, ovisno o modelu automobila, najčešće je smještena u branik ili malo ispod njega (slika 4.17.). Sliku s kamere je moguće imati uključenu i tijekom parkiranja s Park Assist-om što dodatno olakšava donošenje odluke kada zaustaviti kretanje unatrag.



Slika 44. Smještaj kamere [43]

Sliku koju kamera snima „upotpunjena“ je s linijama koje označavaju udaljenost od prepreke (crvene linije) i moguće kretanje u slučaju maksimalnog zakretanja upravljača (zelene linije) kao što je to prikazano na slici 4.18.



Slika 45. Slika s kamere za parkiranje unatrag [47]

Određeni oblik te nadogradnje je Sustav Vision 360° koji omogućava pogled na sve predmete i prepreke oko vozila što olakšava njihovo izbjegavanje tijekom parkiranja, osobito kad se ne vide iznutra (slika 4.19.). Slika koja se prikazuje na ekranu visoke rezolucije na armaturnoj ploči dolazi iz četiriju kamera ugrađenih na vozilu. Jedna se nalazi na prednjem dijelu, druga straga, iznad registarske pločice, dok su preostale dvije ugrađene u donji dio vanjskih retrovizora i upotpunjuju perifernu vidljivost. Kad je ta funkcija uključena, djeluje na brzinama do 15 km/h i ostaje uključena sve dok brzina ne prijeđe 30 km/h. Dakle, radi se o nadogradnji kamere za pogled unatrag ili „nadogradnji nadogradnje“ koja pomaže Park Assist-u.



Slika 46. Sustav Vision 360° [48]

Sustav za nadzor mrtvog kuta žaruljicom u retrovizorima ukazuje na prisutnost vozila u mrtvom kutu (slika 4.20.). Taj sustav, koji radi na istom načelu kao i senzori za vožnju unatrag, važan je dio sigurnosne opreme, osobito npr. na gradskim cestama.



Slika 47. Nadzor mrtvog kuta [45]

Senzor (zaokružen na slici 4.21.), kao onaj za pomoć pri parkiranju, je usmjeren „ukoso“ tj. „pokriva“ dio vozila tj okoline vozila koje nije vidljivo na retrovizoru tj. nalazi se u mrtvom kutu. U trenutku kad taj senzor detektira „prepreku“, pali se signalna lampica u retrovizoru signalizirajući da nešto postoji u mrtvom kutu.



Slika 48. Nadzor mrtvog kuta [48]

4.4.3. HUD (Head-up Display)

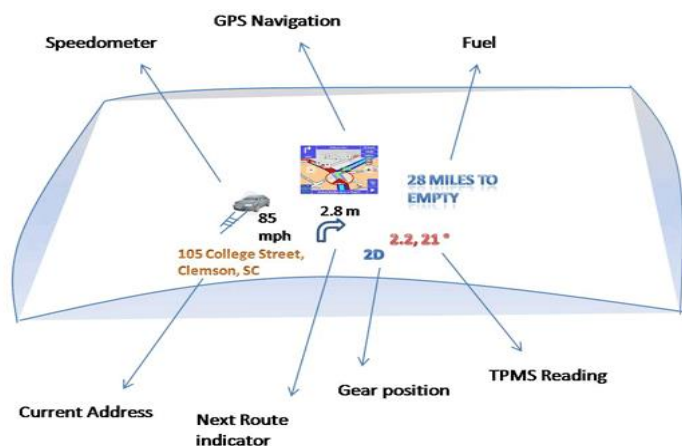
Head-up display u boji projicira osnovne podatke o vožnji na prozirnu ploču u vozačevu vidnom polju (slika 4.22.). Iako ovo izgleda izuzetno „futuristički“ zapravo se radi o sustavu koji je prilično star. Jedino, ovaj sustav je bio korišten na borbenim letjelicama, a tek nedavno se počeo pojavljivati na automobilima. Razlog nije bio toliko u cijeni koliko u

„suvišnosti“. Pogleda li se automobil od prije 30 godina, jedini podaci su bili brzina, tlak ulja, količina goriva, uključenost svjetala i pokazivača smjera. Postojala je i lampica koja se palila kad bi rashladna tekućina prešla neku dozvoljenu granicu. Samo luksuzni automobili su imali pokazivač broja okretaja motora. Međutim, danas postoje nebrojene informacije koje se nudi vozaču. Uz, donekle smislenu informaciju sa navigacijskog sustava, postoji i hrpa besmislenih informacija kao npr. naziv pjesme koja se trenutno reproducira, glasnoća, temperatura zraka izvan automobila i sl. S druge pak strane, avioni su stalno imali veliki broj instrumenata koje je pilot trebao pratiti. Vrlo teško mu je to bilo pratiti na „standardnim“ instrumentima pa je konstruiran HUD. Sada, kad su podaci u automobilu došli do razine broja podataka (bez obzira što su neki suvišni) u avionima, sada se i vozaču mora omogućiti „pilotski“ pogled na instrumente.



Slika 49. HUD u C6 [49]

Ipak, još uvijek postoji određena doza zdravog razuma pa se na „ekran“ HUD-a ne prikazuje baš sve podatke već samo neke uobičajene, kao na slici 4.23., iako postoji mogućnost da vozač sam dodaje prikaz nekih njemu bitnih podataka na HUD.



Slika 50. Uobičajeni podaci na HUD-u [50]

4.4.4. STOP AND GO sustav

Problem kod motora s unutarnjim izgaranjem je što motor radi čak i kad vozilo miruje. To znači da vozač plaća gorivo a ne kreće se i istovremeno zagađiva okoliš. Vrijeme čekanja na semaforima, na uključivanje u promet ili u kolonama nije zanemarivo. Neka to vrijeme iznosi samo 10% vremena upotrebe automobila. Ako se gašenjem motora može uštedjeti ovih 10% goriva, to bi bilo kao da se vozimo istim načinom a da je gorivo pojeftinilo 10%. Trenutna pojeftinjenja goriva kod nas su na razini ispod 1%. Dakle, radi se o sustavu koji ima direktnog utjecaja na „kućni proračun“.

Bez obzira što je bio razlog da se ovaj sustav ugradi u Citroën automobile, da li se radilo o ljubavi prema kupcima, zaštiti prirode ili jednostavno marketinškom adutu, Citroën je počeo s njihovom ugradnjom.

Da bi sustav mogao raditi, automobil „provjerava“ nekoliko parametara koji moraju biti ispunjeni i to¹³:

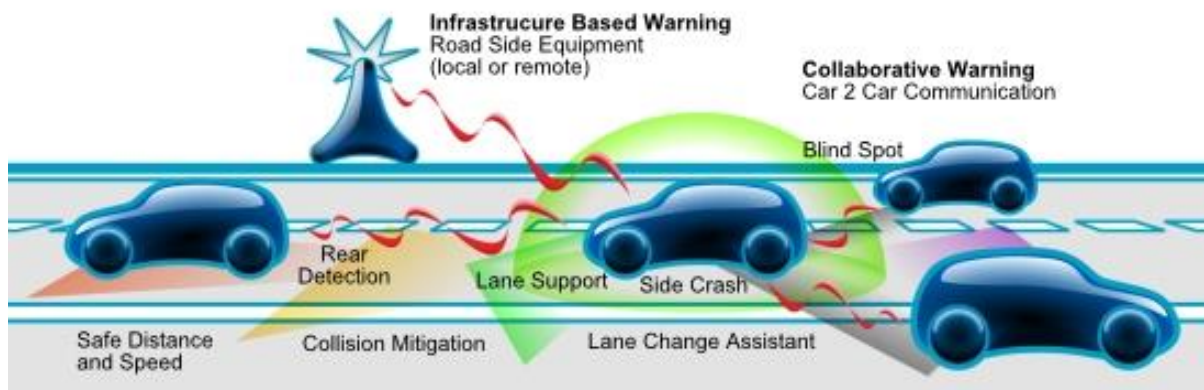
- vrata vozača moraju biti zatvorena
- pojas vozača mora biti zakopčan
- pritisnuta papučica kočnice (motor je ugašen)
- pritisnuta papučica gasa za više od 20% (motor se ponovo pokreće)
- brzina vozila preko 6 km/h

Sustav je moguće uključiti ili isključiti pomoću tipke na kontrolnoj ploči. Ako se sustav želi isključiti, pritiskom na tipku se pojavljuje poruka „ECO deactivated“. Ponovnim pritiskom se vrši uključivanje te slijedi poruka „ECO activated“.

4.5. Projekti Europske zajednice

U Europskoj zajednici je pokrenut projekt SAFESPOT pod okriljem European Commission Information Society, Media i EUCAR. Cilj projekta je stvoriti dinamičku kooperativnu mrežu u kojoj bi vozila i prometnica međusobno komunicirali. Temelj komunikacije bi zapravo bio u tome da prometnica daje informacije vozilu (vozaču) o okolini.

¹³ Hybrid 4, Tehnička obuka u postprodaji



Slika 514. Dijeljenje informacija između vozila međusobno i vozila i prometnice [58]

Kako bi se ostvario željeni cilj tj. kako bi se finalizirao navedeni projekt, potrebno je uspješno okončati osam podprojekata i to¹⁴:

- SP1 – SAFEPROBE
- SP2 – INFRASENS
- SP3 – SINTECH
- SP4 – SCOVA
- SP5 – COSSIB
- SP6 – BLADE
- SP7 – SCORE
- SP8 – HOLA

Prva tri podprojekta su vezana uz tehnologiju i platforme, četvrti i peti projekt su vezani uz aplikacije, a posljednja tri podprojekta su vezana uz aktivnosti vezane za povezivanje i implementaciju.

4.5.1. SP4 – SCOVA

Cilj ovog podprojekta je prikupiti potrebe i zahtjeve te odrediti i razviti sigurnosne aplikacije temeljenog na kooperativnom sustavu. Osim toga, podprojekt treba ocijeniti aplikacije na testiranju na različitim vozilima i u različitim okruženjima (uvjetima).

¹⁴ http://www.safespot-eu.org/sub_projects.html

Konkretno, kod ovog podprojekta, kanal kooperativnog sustava se uglavnom temelji na V2V komunikaciji, čak i ako je informacija dobivena od sustava infrastrukture (SCOVA je uglavnom, ali ne isključivo, utemeljena na V2V suradnji). Ciljevi, u smislu sigurnosti, su¹⁵:

- Povećati sigurnost vozila koja koriste podatke dobivene od samog vozila i infrastrukture
- Unaprijediti, kao produžetak autonomnog inteligentnog vozila, raspon, kvalitetu i pouzdanost informacija
- Izraditi aplikacija za Extended Cooperative Awareness pomoću real-time rekonstrukcije vožnje
- Otvoriti razvoj novih sigurnosnih aplikacija temeljenih na kooperativnom pristupu

Razvoj karakterizira potpuna rekonstrukcija načina vožnje i cestovnog okoliša pomoću senzora smještenih na vozilu i informacija dobivenih iz kooperativnih sustava samog vozila s ciljem:

- Preventivnih odgovarajućih manevara u različitim kontekstima
- Spriječavanje kritične situacije ili upravljanje s njom na ispravan način

„Dinamička mreža vozila“ i minimalna „V2I mreža“ šire operativni raspon postojećim sustavima na komandnoj ploči vozila i dopuštaju da vozač dobije informacije o mogućim prihvatljivim manevrima ili mogućnosti nastavljanja trenutnog ponašanja u svrhu izbjegavanja određene kritične situacije.

Neke od razvijenih aplikacija su:

- ***Sigurnost raskrižja*** – podaci za vozača o stanju na raskrižjima koje još vizualno ne uočava (raskrižja su u tzv. „slijepoj točki“) i preprekama koje se nalaze u „srednjem vremenu do sudara“ tj. koje su uz trenutnu brzinu udaljene 1-10 sekundi vožnje. Koncept predviđa da se vozač obavijesti u ranom stadiju o mogućim prijetnjama, s posebnim naglaskom na složene situacije na raskrižjima, kao i da dobije podatke o vozilima koji se pojavljuju iz „slijepe točke“.
- ***Promjene prometne trake*** – vozila se opremaju sa senzorima za mjerenje trenja cestovne površine. Na taj način vozila mogu poduzeti odgovarajuće radnje kako bi se izbjegle prometne nesreće. Naime, čak i ravna cesta, ako je vlažna, može biti opasnija od zavoja koji ima suhi asfalt. Ovaj problem „promjene podloge“ je posebno izražen u situacijama kad na trasi ceste postoje usjeci.

¹⁵ <http://www.safespot-eu.org/sp4.html>

- ***Upozorenje na frontalni sudar*** – sustavi su u mogućnosti obavijestiti vozača u ranoj fazi o potencijalnom riziku od frontalnih sudara zbog, primjerice, smanjene brzine prethodnih vozila. Potrebne informacije se dobiva kroz direktnu komunikaciju s drugim vozilima ili od lokalne infrastrukture koja prati položaje i dinamiku ostalih sudionika u prometu. Kako bi se izbjeglo prepreke na putu (npr. odron kamenja) informacije se mogu dobivati i pomoću drugih izvora (npr. radar ili kamera) te kombinirati i zajedno obraditi.
- ***Otkrivanje ranjivih korisnika i izbjegavanje nesreća u urbanim crnim točkama*** – vozilo koje detektira ranjivog korisnika (npr. pješaka) o tome obavještava naredno vozilo. To je posebno bitno na poznatim problematičnim lokacijama, najčešće raskrižjima i kružnim tokovima
- ***Podaci o stanju ceste*** – stanje ceste se procjenjuje na temelju informacija prikupljenih s nekoliko različitih senzora. Svrha toga je upozoravanje vozača kao i slanje upozorenja nadolazećim vozilima o uočenoj opasnosti.
- ***Upozorenje na zavoj u crnim točkama*** – SAFESPOT sustav integriran u vozilima obavještava vozača o riziku od izlijetanja s ceste i uglavnom se odnosi na brzinu koju se treba održavati, u skladu s dobivenih informacija o geometriji ceste, statusu površine, prometnim uvjetima itd.
- ***Predviđanje ograničenja brzine i sigurnosni razmak*** – Zahvaljujući kooperativnom sustavu, vozač je unaprijed obaviješten o parametrima potrebnim za sigurnu vožnju u nadolazećim crnim točkama (npr. sigurna brzina, zauzetost trake, putanja i sl.).

4.5.2. SP5 - COSSIB

Cilj je bio odrediti i razviti set sigurnosnih kooperativnih sustava koji se temelje na cestovnoj opremi. Ocijenjene su brojne aplikacije na pokusnim površinama koji reproduciraju stvarne uvjete vožnje.

Ciljevi, koji su bili zajednički za SP4 aplikacije, a odnose se na područje kojim upravlja SAFESPOT sustav, bili su¹⁶:

- povećati aktivnu sigurnosnu granicu za motornih vozila, pješake i biciklist

¹⁶ <http://www.safespot-eu.org/sp5.html>

- poboljšati raspon, kvalitetu i pouzdanost sigurnosnih uputa dostupnih inteligentnim vozilima (koja već imaju autonomne ugrađene sustave) pružajući kooperativne informacije u realnom vremenu o parametrima vožnje i okruženju
- stvaranje aplikacija koje su također prikladne i korisne za neopremljena vozila sudionike u prometu, kao što su motocikli.

Utjecaj tih aplikacija je:

- podržati vozača i druge sudionike u prometu u poduzimanje preventivnih aktivnosti, čime se izbjegavaju nezgode;
- upravljati postojećim incidentima kako bi se smanjio daljnji negativan utjecaj sigurnosti.

Temelj ove aktivnosti je procjena izvedivosti u stvarnom životu. Iz tog razloga, aplikacije su definirane ne samo u smislu predloženih tehničkih rješenja, već i s obzirom na praktičnu implementaciju i financijska pitanja vezana za njihovu implementaciju.

Ispitivanja su provedena što bliže stvarnim uvjetima. Kao rezultat toga, osim demonstracija aplikacija, dobio se i i sveobuhvatan pogled na izvedivost i utjecaj takvih aplikacija.

Kako bi se postigao cilj, prvi koraci su bili¹⁷:

- Odrediti najvažnije slučajeve uporabe (na temelju statističke analize podataka nesreća i stručnog iskustva)
- Definirati sigurnosna ograničenja za različite vrste cestovnih vozila, i njihove funkcionalne interakcije s različitim parametrima i okolišnim čimbenicima
- Integrirati relevantne komponente u ove, na scenariju temeljene, aplikacije
- Ispitati i vrednovati programe
- Analizirati rezultate i zaključke o funkcioniranju aplikacija, njihovoj izvedivosti i preporuke za uvođenje u široku primjenu.

¹⁷ <http://www.safespot-eu.org/sp5.html>

5. HMI (Human Machine Interface)

Prema do sada navedenom, jasno je da vozaču pomažu brojni uređaji. Šalju mu određene signale te neki od njih u kritičnim situacijama i preuzimaju neke upravljačke radnje. Ubog navedenih uređaja i njihovih sučelja, prostor vozača automobila počinje polako sličiti na zrakoplovni cockpit. Zapravo, pojavljuje se novi problem, problem preglednosti instrumenata tj. uređaja koji vozaču šalju neke obavijesti. Iako se navedeni problem pokušava riješiti pomoću HUD-a, još uvijek ostaje problem „preglednosti“, problem koje informacije učiniti vidljivima, a koje smjestiti da ih se registrira perifernim vidom. Međutim, čak i kad se odredi prioritete između određenih informacija još uvijek ostaje problem vezan uz vozača. Vozač može biti viši ili niži, iskusan, invalid i sl. Dakle, potrebno bi bilo prilagoditi vozilo upravo tom vozaču.

Počeci prilagođavanja vozila vozaču mogli bi se povezati s mogućnošću pomicanja sjedišta no prvi konkretniji pomaci nastupaju primjenom mogućnosti pomicanja upravljača. Ipak, i tu se pojavljuje problem. Naime, instrument ploča se smješta tako da ju se vidi „kroz“ upravljač. Pomicanjem upravljača npr. prema dolje, prekriva se dio instrument ploče. Dakle, s jedne strane se omogućilo udobniju vožnju no s druge strane se smanjila vidljivost instrumenata. Stoga je razumljiva pojava sve intenzivnijeg rada tj. istraživanja na području HMI-a. Koliko je to značajno pokazuje i činjenica da na PMF-u u Splitu na studiju informatike postoji kolegij (u 4. i u 5. semestru) pod nazivom Interakcija čovjeka i računala pri čemu se uči o pristupu projektiranju sučelja između čovjeka i računala, vezi između čovjeka i stroja.

Loše dizajnirano sučelje može uzrokovati brojne probleme. Najčešća greška kod dizajniranja je nastojanje da se da što više informacija na što manjem prostoru. Ipak, i to je relativno jer pojam „više informacija“ ovisi o osobi vozača i njegovoj mogućnosti „isključivanja“ nebitnih podataka. Na primjer, na slici 5.1. je prikazano sučelje koje može djelovati zbunjujuće. Naime, na desnom instrumentu se prikazuje brzina no zbunjujuće, barem u početku, može biti to što postoje dvije mjerne skale, u km/h i u mph.



Slika 52. Zbunjujući brzinomjer [55]

Uključivanje i isključivanje pojedinih uređaja tj. informacija također može izazvati probleme. Vrlo često se prekidače stavlja na upravljač no što sa vozačem koji ima naviku nervoznog lupkanja palcem po upravljaču dok čeka na semaforu? Istovremeno postoji zahtjev da se prekidač nalazi baš tu kako bi se olakšalo uključivanje i isključivanje određenih uređaja. Rješenje tog problema može biti „Touch screen“ postavljen u blizinu upravljača (slika 5.2.) no tada se ponovno pojavljuje problem lakoće pristupa tom sučelju.



Slika 53. Upotreba „Touch screen-a“ [56]

Određeno rješenje navedenih problema se traži u primjeni glasovnog upravljanja. Programska podrška za ovaj način postoji već duže vrijeme no postoji i problem. Naime,

može se za primjer uzeti program Voice recognition od Dragoon Soft-a. Nakon instalacije, program zahtjeva da korisnik pročita određeni tekst tri puta kako bi program mogao „prepoznati“ njegov glas. Na prvi pogled izgleda suviše no dovoljno je pretpostaviti situaciju kad bi sa radija došla poruka „novi MP3 uređaj u prodaji“, računalo „čuje“ riječ „MP3“ te prebaci sa radio postaje na MP3 play-er. Dakle, očiti problem je u tome što bi vozač prvo morao „naučiti“ vozilo na svoj glas te eventualno (takvu mogućnost pruža navedeni program) personalizirati neke komande. Navedenom programu se može na računalu davati naredbe npr. „Open my documents“ te potom „Open Zec“, no isto tako se može i ubrzati „personaliziranjem“ pa da se ta radnja odvije kroz „Daj mi moj diplomski“. Na slici 5.3. osoba je možda rekla „Gas station“ te su se pojavile obližnje benzinske crpke, no što ako je rekla „Petrol station“, „Tankstelle“, „Benzinska pumpa“ i sl. Prema tome, ovaj pristup za sada zahtjeva veliki angažman vozača u vezi s personalizacijom. Međutim, problemi tu ne prestaju jer postoji mogućnost i da netko drugi od ukućana treba voziti taj automobil ili ga se jednostavno prodalo nekoj drugoj osobi.



Slika 54. Upotreba glasovnih komandi [57]

6. SUSTAVI U FAZI RAZVOJA

Do sada opisani sustavi se i dalje razvijaju i usavršavaju. Njihovo povezivanje na način da međusobno komuniciraju je na neki način slijedeći korak u njihovom razvoju. Međutim, pojavljuju se i neki novi oblici pomoći vozaču. Neki od projekata su već u nekom obliku ispitivanja „in vivo“ jer ih se ugrađuje u visoku klasu vozila, a neki od projekata su još uvijek samo u domeni eksperimenta koji je ograničen isključivo na eksperimentalna vozila.

6.1. Poboljšanje vidljivosti

Prilikom vožnje, čak i vozač savršenog vida, nekada ima problema sa uočavanjem zbivanja u okolini. Primjerice, tijekom magle kada je vidljivost stotinjak metara, jake kiše, svitanja ili zalaska sunca i sl. vidljivost je takva da se „viđeno“ područje prelazi u samo nekoliko sekundi.

Iako uređaji koji bi trebali poboljšati vidljivost, te time podići razinu sigurnosti vozila, djeluju kao nešto ekstremno novo, zapravo i nisu neka novina. Zapravo, GM je sistem za poboljšanje vidljivosti prvi put ugradio u svoja vozila već 2000. godine¹⁸.

Zbog vrlo jednostavnih pravila optike, čovjek noću ne može vidjeti daleko i kvalitetno kao i danju. Isto tako, ne može gledati niti kroz maglu. Međutim, infracrvene zrake (IR) nemaju taj problem. Zbog toga se danas sustavi za poboljšanje vidljivosti temelje na njima. Postoje dvije osnovne kategorije, ili bolje rečeno, dva pristupa, prilikom razvijanja ove pomoći. Prvi pristup polazi od toga da se samo „snima“ okolno stanje tj. da se detektira objekte koji zrače toplinu. Ovakav pristup zagovara BMW i njegova oprema detektira tople predmete (znači i osobe) već na oko 300 m. Problem je u tome što ne može detektirati predmet koji ima okolnu temperaturu. S obzirom da se radi o uređaju koji detektira objekte na velikoj udaljenosti, ovu tehnologiju se označava kao FIR (far infrared).

¹⁸ <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:670550/FULLTEXT01.pdf>



Slika 55. Položaj prekidača za uključivanje uređaja za poboljšanje vidljivosti i smještaj ekrana [13]

Za razliku od BMW-a, Mercedes se odlučio za to da se ne mora vidjeti na daleko, ali da se mora sve vidjeti. Za ovakvo rješenje koristi se sa NIR (near infrared) sistemom. Uređaj odašilje infracrveno zračenje. Pojednostavljeno rečeno, „grije“ okoliš. U tom trenutku, ovisno o veličini predmeta, i hladni predmeti postaju vidljivi. Točnije, neka prepreka na cesti kao npr. kamen će se više zagrijati nego li nešto što je dalje ili primjerice čestice magle te će se kamen „vidjeti“.

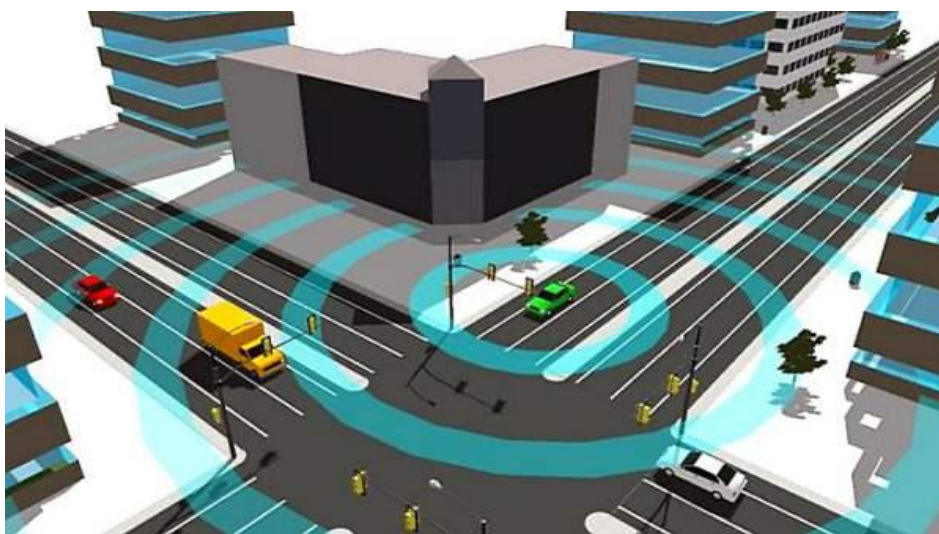


Slika 56. Poboljšanje vidljivosti i smještaj ekrana u Mercedesu [13]

Bez obzira na ekrane i njihov smještaj kao i kvalitetu slike, malo je vjerojatno da će se netko u potpunosti osloniti na vožnju pomoću njih. Zapravo, lako moguće da se izuzetno rijetko i pogleda prema tom ekranu. Zbog toga se „odstupanja od normalne slike“ računalno detektiraju i, ako ih ima, javljaju se vozaču nekim drugim oblikom dojave. Slika na ekranu je u tom slučaju samo u svrhu toga da se vozač „uvjeri“ da postoji neka prepreka na cesti.

6.2. Komunikacija V2I i V2V

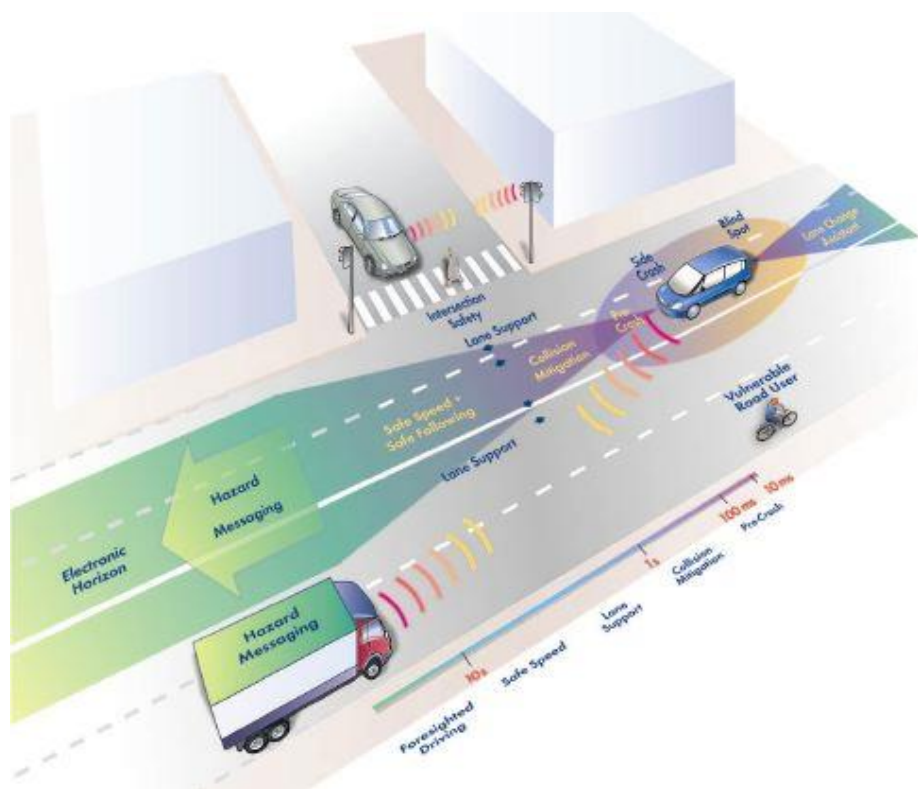
V2I je kratica za „vehicle to infrastructure“ što zapravo znači komunikaciju na relaciji vozilo – prometna infrastruktura dok je V2V kratica za „vehicle to vehicle“ tj. vozilo – vozilo. Do sada navedeni sustavi su „pasivni“, prikupljaju informacije, obrađuju ih i interpretiraju vozaču ili sami nešto poduzimaju, no ne „suraduju“ sa drugim vozilima. Vjerojatno je polazna ideja u „nadogradnji“ inteligentnih vozila prvo išla u pravcu V2V sustava, no tu postoje određeni problemi. Za početak, kako „vidjeti“ vozilo koje dolazi a zaklonjeno je zidom zgrade ili drugim vozilom što je izuzetno čest slučaj na križanjima u naseljenim mjestima?



Slika 57. Problem „vidljivosti“ u gradovima [51]

Dakle, samo vozilo ne može detektirati „skrivena“ vozila pa uređaj koji bi trebao pomoći zapravo i ne pomaže. Pomogne u situacijama kada su vozila međusobno vidljiva no to i nisu opasne situacije. Možda je opasno ako su u pitanju mladi ili nesigurni vozači ili ako se krivo procjenjuju udaljenosti i brzine, no ipak se vidi nadolazeće vozilo i moguće je reagirati. Sustav bi imao smisla samo ako „vidi“ vozaču nevidljiva nadolazeća vozila. Zbog toga se traži „posrednik“ koji bi imao bolju „preglednost“ prometne situacije. Dakle, prelazi se sa V2V na V2I sustav. Pri tome se koristi već postojeću infrastrukturu uz minimalne nadogradnje. Ako bi se sustav pojednostavnilo, njegov sistem rada je slijedeći. Na npr. semafor se stavi odgovarajući senzor pokreta tj. radar. Ovaj radar snima situaciju u krugu od 360° i uočava iz kojeg pravca kojom brzinom dolazi neko vozilo te u drugom „okretu“ opet mjeri brzinu na temelju čega računalo koje prima podatke može izračunati da li vozilo usporava ili ne i koliko usporava. Ono što je bitno je činjenica da radar „promatra“ sve ceste

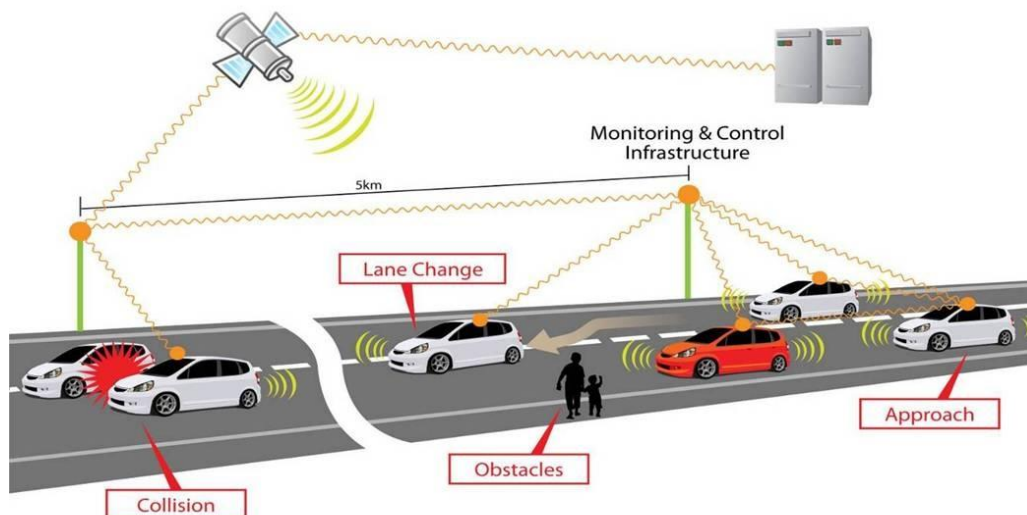
koje ulaze u križanje (a time i vozila na njima) te može izračunati da li će uz njihove brzine, usporavanja i smjerove kretanja doći do sudara. Ako se dobije rezultat koji ukazuje da bi moglo doći do sudara, računalo putem infrastrukture komunicira s vozilom kako bi se spriječilo sudar. Prvo se upozorava vozača, a ako on ne reagira, računalo u vozilu bi trebalo poduzeti mjere za izbjegavanje sudara.



Slika 58. Napredna detekcija okoline u blizini križanja [52]

Ovakav sustav jest dobar no relativno bi bio skup zbog radarskih sustava a isto tako problem je i u tome što neki npr. veliki kamion može „zakloniti“ neko manje vozilo. Dakle, eliminiralo se veliki broj „skrivenih“ vozila no nekai dalje ostaju „nevidljiva“. Rješenje se ponudilo s time da se nadgledanje vrši s veće visine tj. pomoću satelita. Na prvi pogled, gotovo sva vozila imaju GPS i nije problem komunikacija sa satelitom. Međutim, problem je obrada dobivenih podataka i vremena za razmjenu podataka. Osim toga, s visine satelita greške od pola metra su zanemarive no pola metra u gradskoj vožnji je razlika između sudara ili prolaza. Ako se svemu doda i podatke „zemaljske kontrole“, pojavljuje se zagušenje u komunikacijskim putevima te sve postaje besmisleno. Pogleda li se situaciju sa stajališta računala u vozilu, ono dobiva podatke preko „GPS-a“ ili sa „radara na semaforu“ o stanju iza ugla odakle dolazi vozilo „bez kontrole“. Istovremeno ga NIR upozorava na pješake, a sustav

za upozorenje na sudar mu javlja da mu odostraga se brzo približava vozilo, LDW (i eventualno BLIS) mu ne da da se prebaci u susjednu traku. Velike količine informacija usporavaju njihov protok pa se nema „realnu“ situaciju a trebalo bi i definirati koji izvori podataka imaju prioritet. Ukratko, uz postojeću opremu, cijela ova ideja je teško ostvariva.



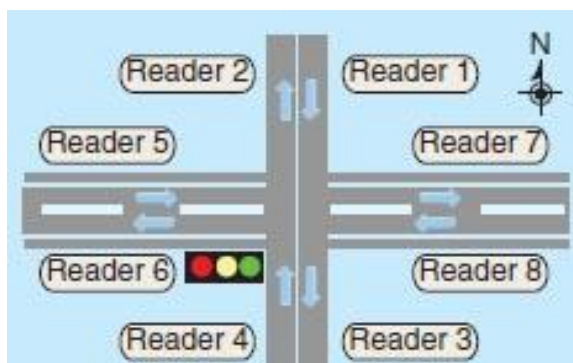
Slika 59. Komunikacija među vozilima [53]

Iz navedenog je jasno da bi se trebalo ponovno „spustiti na Zemlju“ i potražiti neku jeftiniju varijantu za komunikaciju V2I. Uz trenutno prisutnu tehnologiju tj. uz najpovoljniji omjer cijene i razine „usluge“, inteligentni sustav kontrole prometa (Intelligent Traffic Control System – ITCS) se fokusira prema korištenju RFID tehnologije.

Kako bi bilo što lakše objasniti logiku razmještaja čitača na raskrižju, pretpostaviti će se potreba za tim da se križanje na slici 6.6. napravi dijelom inteligentne prometnice. Radi se o tipičnom križanju cesta s tim da je cesta s prednošću prolaska u smjeru istok-zapad, a sporedne tj. priključne ceste se pružaju u smjeru sjever-jug. ITCS (ako se promatra samo jedan pravac kretanja) se sastoji od dva RFID čitača međusobno odvojena na nekoj udaljenosti i u suprotnim smjerovima u odnosu na „centralno“ smješteno križanje. Podaci koji se na nima očitavaju šalju se u središnji računalni sustav (Central Computer System – CCS) koji povezuje sve čitače tj. kontrolira ih.

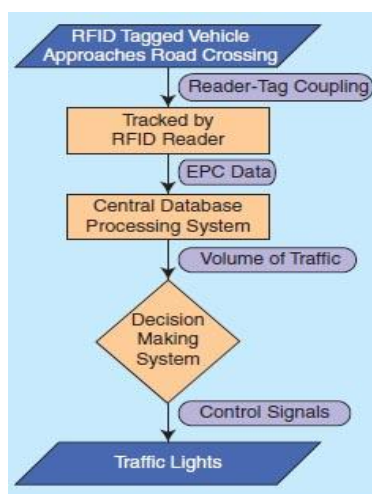
U trenutku prolaska vozila pokraj čitača, čitač prati vozilo pomoću RFID-a pričvršćenog na vozilo pri čemu preuzima njegov elektronički proizvodni kod (Electronic Product Code – EPC). EPC se sastoji od identifikacijskog broja (Vehicular Identification Number – VIN). To je industrijski standard te svaki automobil ima svoj jedinstveni VIN.

Pomoću VIN-a je moguće dobiti točne podatke vezane upravo uz to vozilo. Moguće je također dobiti i različite informacije kao što su vrsta ili pak težina vozila kao i do kada je vozilo registrirano, identifikacija vlasnika i slično¹⁹.



Slika 60. Primjer jednostavnog križanja s RFID čitačima [54]

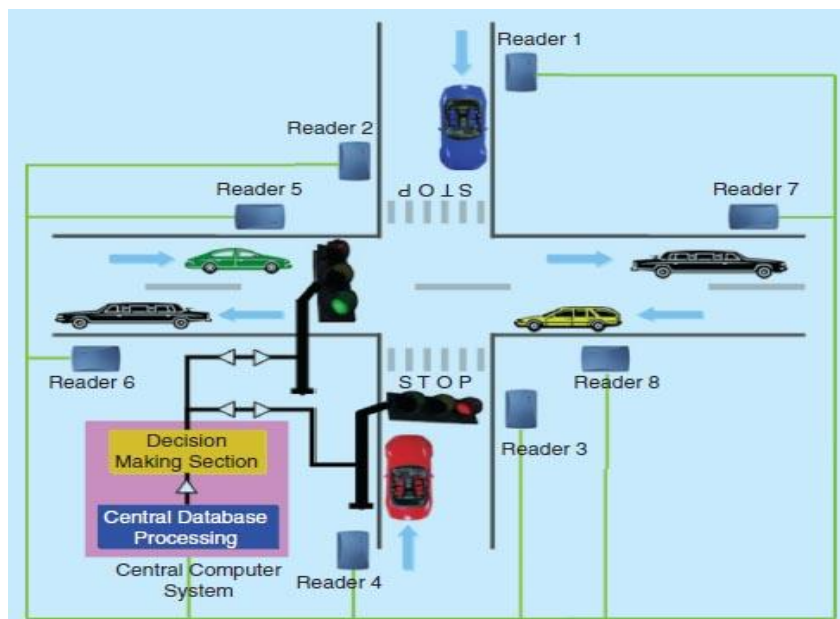
Dobiveni podatci se zatim šalju do središnjeg računalnog sustava (CCS) bilo bežičnim bilo žičanim putem, što ovisi o lokaciji smještaja CCS-a. U okviru CCS-a je smještena središnja baza podataka (Central Database Processing System – CDPS) koja se koristi za obradu podataka vezanih uz vozila (koja je čitač „vidio“). Jasno, budući da se radi o računalu, tu se nalazi i dio vezan za postupak odlučivanja (Decision Making Section – DMS)²⁰ koji upravlja promjenjivom prometnom signalizacijom. Dijagram sustava je na slici 6.7, a shematski prikaz sustava je na slici 6.8.



Slika 61. Dijagram sustava jednostavnog križanja s RFID čitačima [54]

¹⁹ <http://www.pgembeddedsystems.com/securelogin/upload/project/IEEE/1/pg2012-2013e87/04907987.pdf>

²⁰ <http://www.pgembeddedsystems.com/securelogin/upload/project/IEEE/1/pg2012-2013e87/04907987.pdf>



Slika 62. Shematski prikaz sustava jednostavnog križanja s RFID čitačima [54]

Središnja baza podataka za obradu (CDPS) ima dva dijela. Prvi dio je dinamička baza podataka u kojoj se privremeno pohranjuje podatke o vozilima koja trenutno prolaze kroz križanje. Drugi dio je stalna baza podataka koja pohranjuje podatke o svim vozilima koja su prošla kroz križanje.

Dinamička baza podataka podijeljena je u nekoliko dijelova a podaci su složeni na temelju različitih kriterija. Tako se npr. može povezivati elektronički proizvodni kod (EPC) vozila s njegovim smjerom vožnje. Primjerice, kad god se to vozilo kreće prema ili od križanja, dva čitača na putu ga otkrivaju i prenose dobivene podatke u CCS uz neki minimalni vremenski razmak potreban za protok informacije. Računalo „vidi“ redoslijed reakcije čitača te „zaključuje“ smjer kretanja vozila (da li se kreće prema ili od križanja). Potom se ovi podaci šalju u bilo koji dio baze podataka u kojem se „skladište“ podaci o putu i smjeru vožnje²¹. Dakle, baza podataka se svakodnevno nadopunjava novim informacijama ne samo o novim vozilima u križanju već i o „postupanju“ starih vozila u križanju. Ovi podaci su bitni za donošenje odluka u određenim situacijama.

S druge pak strane, s one strane koja „razmišlja“ a ne prikuplja i skladišti podatke, CDPS stalno provjerava podatke u različitim dijelovima dinamičke baze podataka te na temelju toga izračunava trenutni obujam prometa za sve ceste koje se spajaju na križanju. Obradene podatke (obujam prometa i sl.) šalje preko CCS-a na DMS koji donosi „odluke“ te

²¹ <http://www.pgembeddedsystems.com/securelogin/upload/project/IEEE/1/pg2012-2013e87/04907987.pdf>

upravlja prometnim znakovima sukladno svojoj „logici“ (prikazuje zeleno svjetlo u smjeru maksimalnog prometa).

Sam obujam prometa ne izračunava se samo na temelju broja vozila već uzima u obzir i unaprijed definirane vrijednosti dobivene istraživanjem uključujući²²:

- *tip vozila* – registrira vrstu vozila bilo da su manja vozila poput skutera ili automobila, ili veća vozila poput autobusa i kamiona. Vozila hitne pomoći dobivaju neograničen prolaz,
- *dodjeljivanje prioriteta vozilu* – svakom tipu vozila je dodijeljen određeni prioritet na temelju njegove veličine, učestalosti tog vozila na križanju, dobu dana i drugim čimbenicima,
- *prioritet dodijeljen putu* – ovaj faktor postaje bitan kada obje ceste koje ulaze u križanje nisu iste važnosti,
- *vrijeme* – doba dana i dan u tjednu.

Dakle, prilikom izračuna obujma prometa uzima se u obzir i prioritete koji su dodijeljeni svakom vozilu u tom danu (varira na dnevnom nivou), a ujedno i prioritet dodijeljen cestama koje ulaze u križanje (konstantna vrijednost prioriteta).

Nakon što vozilo iziđe iz križanja (nakon što je izišlo iz raspona čitača), njegovi podatci se sele iz dinamičke baze podataka u stalnu bazu podataka. Tu se pohranjuje to vozilo zajedno sa svojim smjerom vožnje, dolaznim i odlaznim smjerovima, kao i vremenima kada se sve to događalo.

Dio vezan uz donošenje odluka (DMS) sadrži algoritam odlučivanja koji određuje kako će semafori raditi. Ovaj algoritam odlučivanja vodi brigu o sljedećim čimbenicima²³:

- obujam prometa što je primio od CDPS-a (zeleno svjetlo je prikazano u smjeru maksimalnog obujma prometa),
- budući da se obujam prometa može mijenjati vrlo brzo, nije moguće mijenjati prometne znakove samo na temelji tog faktora. Dakle, postavlja se minimalno vrijeme za koje prometni znakovi ostaju nepromijenjeni prije ponovne provjere obujma prometa,
- postavlja se i maksimalno vrijeme nakon čega se mora mijenjati svjetlo na semaforu bez obzira na obujam prometa. To je učinjeno kako bi se osiguralo da nema vozila koja moraju dugo čekati na križanju,

²² <http://www.pgembeddedsystems.com/securelogin/upload/project/IEEE/1/pg2012-2013e87/04907987.pdf>

²³ <http://www.pgembeddedsystems.com/securelogin/upload/project/IEEE/1/pg2012-2013e87/04907987.pdf>

- neki prekidi su uključeni radi što boljeg upravljanja u izvanrednim situacijama kao što su nesreće ili kvarovi sustava. Sistem aktiviranja zahtjeva vanjsku ljudsku aktivaciju sustava.

Iz navedenog je jasno da svaki prijelaz tj. križanje može imati različite algoritme za donošenje odluka, jer te odluke (tj. algoritmi) ovise o prirodi cesta koje ulaze u križanje.

Najveća prednost je ubrzavanje prometa kroz križanje što je moguće na račun diferencijalnih prioriteta²⁴ koji se mogu dodijeliti slijedećim vozilima²⁵:

- *ambulantna vozila, vatrogasne postrojbe i VIP vozila* – neograničen prolaz bez obzira na obujam prometa,
- *skuteri i automobili* – može se dati veće prioritete tijekom školskih i „uredskih“ prometnih gužvi,
- *teška vozila* – može se dati veći prioritet noću.

Iduća prednost je što se na ovaj način mogu bez većih problema pratiti vozila za koja postoji prijava da su ukradena. Isto tako, moguće je praćenje i vozila s kojima su počinjeni prekršaji. Slijedeća potencijalna primjena je u tome što se, imajući podatke o vožnji, ovim putem može provoditi i naplatu cestarine.

Trenutno prisutni problem je još uvijek spora komunikacija računala. Iako se govori o velikim brzinama (npr. velike brzine interneta i sl.) treba uzeti u obzir i količinu podataka koju se šalje prvo u jednom a potom i u grugom pravcu. Za sada, sustav dobro funkcionira kada je u pitanju eksperiment sa nekoliko vozila i jednim križanjem no vrlo je diskutabilno kako bi se sve to odvijalo kada bi sva vozila bila opremljena RFID-om.

²⁴ Prioritet koji se dodjeljuje na temelju odluke koja je donesena nakon što se napravilo ukupnu «ocjenu» više manjih elemenata bitnih za donošenje odluke

²⁵ <http://www.pgembeddedsystems.com/securelogin/upload/project/IEEE/1/pg2012-2013e87/04907987.pdf>

7. ZAKLJUČAK

Suvremeni čovjek za otići na posao i vratiti se kući dnevno prevaljuje brojne kilometre. Isto tako, u doba godišnjih odmora prelazi se tisuće kilometara do željene destinacije. Gotovo da nema obitelji koja nema barem jedno vozilo, a brzine tih vozila su znatno porasle u odnosu na brzine od prije dvadesetak godina. Ukratko, čovjek je doveden do ruba svojih sposobnosti za snalaženje u takvom prometu i s takvim brzinama vožnje. Čovjeku treba pomoć da u svemu tome preživi. Budući da su vozači svjesni svakodnevnih opasnosti kojima su izloženi, normalna je pojava da svi veliki proizvođači vozila žele privući kupce nudeći im vozila u koja su ugrađeni suvremeni sustavi za povećanje sigurnosti. Pri tome svaki proizvođač razvija neku svoju inačicu osnovne verzije nekog od sustava i to je dobro. Ovakvo međusobno natjecanje dovodi do sve boljih uređaja koji vozaču pomažu u svakodnevnom preživljavanju na prometnici. No, tu se može skrivati i problem. Već sada postoje određeni eksperimenti u kojima vozilo samostalno prelazi neki put. Uz povezivanje GPS-a i opisanih uređaja može se vozača isključiti iz aktivnog upravljanja vozilom. Međutim, što ako vozač zapravo nikada nije niti vozio? Kako će reagirati u situaciji kada shvati da je neki od uređaja koji bi mu trebao osigurati sigurnu vožnju neispravan? Želim zapravo naglasiti da su svi opisani uređaji dobri no nebi ih se smjelo pretvoriti u „robota“ koji će nas aktivno voziti već bi trebali ostati na nivou dobrog suvozača.

LITERATURA

1. Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2006.
2. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2014., MUP RH, Zagreb, 2015.
3. Hybrid 4, Tehnička obuka u postprodaji
4. http://www.prometna-zona.com/cestovni-sigurnost-002medicina_u_prometu.html
5. <http://www.monash.edu.au/miri/research/reports/other/racv-abs-braking-system-effectiveness.pdf>
6. http://nikolavujic.weebly.com/uploads/3/4/8/0/3480733/abs_sistemi.pdf
7. <http://5komma6.mercedes-benz-passion.com/der-w126-damals/innovationen/abs-asd-und-asr/>
8. <http://www.micro-tronik.com/Support/Info/Benz-ASR.htm>
9. <http://www.sigurno-voziti.net/problemi/problem11.html>
10. <http://www.counselheal.com/articles/12586/20141101/developers-create-obese-crash-dummies.htm>
11. http://www.driveandstayalive.com/Info%20Section/crash%20testing/crash-testing-centers_honda.htm
12. <http://www.oryx-grupa.hr/magazin/savjeti/prometne-nesrece--kako-smanjiti-dodatnu-stetu/>
13. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:670550/FULLTEXT01.pdf>
14. <http://postimg.org/image/qi4ge5coh/>
15. <http://www.oldtajmeri.rs/phpbb3/viewtopic.php?f=56&t=1327>
16. <http://www.boschmediaservice.hu/pressRelease/Page/id/185>
17. <http://www.petabrzina.com/abs-sustav-protiv-blokiranja-kotaca>
18. <http://www.njuskalo.hr/ostali-autodijelovi/mazda-626-abs-senzor-oglas-3990080>
19. <http://www.fordrangerforum.com/wheels-and-tires/95837-rear-wheel-wheel-abs.html>
20. <http://www.toyotasouth.com/what-is-the-star-safety-system-.htm>
21. <http://www.hotrodhotline.com/classic-performance-products-hydraulic-brake-assist-systems>
22. <http://www.autolexicon.net/cs/articles/asr-antriebsschlupfregelung/>
23. http://www.vibratesoftware.com/html_help/2011/Diagnosis/Transfer_Case_Gear_Ratios_Main.htm
24. http://moi-nissan.ru/car_security/751-esp_car_security_system.html

25. http://vijestigorila.jutarnji.hr/gorilopedija/automobili/elektronika_u_automobilu_esp
26. <http://www.tav-autoverwertung.de/shop/NEW-ABS-ESP-UNIT-VW-1K0-614-517-DE-1K0-907-379-BJ-Ate-10021206814-10096103523-10061937241-28561054413>
27. <http://www.ford.com.au/servlet/Satellite?c=DFYArticle&cid=1248884802054&disableFiltering=true&locale=&pagename=FOA%2Fcontroller&site=FOA&view=feature-overlay-takeover>
28. <http://www.ebay.com/itm/BMW-E46-330I-111K-BRAKE-DSC-SYSTEM-UNIT-ANTI-LOCK-OEM-/290397300684>
29. <http://www.vidiauto.com/Automobili/Nove-tehnologije-studije-prototipi/Kako-funkcioniraju-zracni-jastuci>
30. http://www.azoo.hr/images/Natjecanja_2015/KLIK_predavanje_MENTORI.pdf
31. <http://www.renault.ba/nova-vozila/putnicka-vozila/scenic/scenic/opsta-prezentacija/>
32. http://www.mannequingallery.com/wp/?wpb_portfolio=special
33. http://www.eurotuner.com/news/eurp_1011_porsche_expands_weissach_center/photo_05.html
34. http://www.autoevolution.com/news/qoros-3-sedan-is-the-safest-car-of-2013-euro-ncap-says-video-74480.html#agal_2
35. <http://www.automotorisport.hr/vijesti/volvo-velika-sigurnost-i-elektricnih-vozila>
36. <https://www.pinterest.com/lindademol/autoverzekerung/>
37. <http://alfisti.hr/forum/index.php?topic=45530.0>
38. <http://www.wired.com/autopia/2007/10/michigan-announ/>
39. <http://markomi.hr/shop/index.php/parking-senzori/parking-senzori-4-senzora.html>
40. http://rb-kwin.bosch.com/sg/en/safety_comfort/driving_comfort/driverassistancesystems/adaptiveruisecontrolacc/index.html
41. <http://www.autoportal.hr/index.php/zanimljivostic/624>
42. http://www.conti-online.com/generator/www/de/en/continental/automotive/themes/commercial_vehicles/safety/adas/ldw/ldw_lks_en.html
43. <http://www.road-rover.com/citroen-gps-satnav/roadrover-citroen-c5-dvd-player-w-gps-navigation-system>
44. <http://www.citroen.de/technologie/ds-connect-box.html>
45. <http://www.citroen.hr/tehnologije.html>
46. <http://www.citroen.com.cy/car/citroen-c5-berline/>

47. <http://www.citroen.de/modelle/ds/neuer-ds5.html>
48. <http://awinsomelife.org/tag/citroen-singapore-lease-schemes/>
49. <http://blogautomobile.fr/citroan-c6-mayas-avaient-raison-vidaos-154943#axzz3mkRt9lpc>
50. http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/head-up_displays.html
51. <http://www.autoinsuresavings.org/future-car-technology-vehicle-vehicle-v2v-communications/>
52. <http://dorigo.wordpress.com/2007/09/15/intelligent-cars-automated-systems-on-display-in-versailles/>
53. <http://www.transportationissuesdaily.com/webinar-emerging-vehicle-to-vehicle-technology-will-greatly-improve-safety/>
54. <http://www.pgembeddedsystems.com/securelogin/upload/project/IEEE/1/pg2012-2013e87/04907987.pdf>
55. <http://www.vwerl.com/our-work/view/37>
56. <http://www.neonode.com/volvo-showcases-next-generation-hmi-in-geneva/>
57. <http://www.vwerl.com/our-work/view/36>
58. <http://www.safespot-eu.org/>

POPIS SLIKA

Slika 2.1. Sigurnosni prometni lanac [4]	2
Slika 2.2. Unutrašnjost Zastave 101 („Stojadin“) – nema naslona za glavu [14].....	3
Slika 2.3. Ferari 330 GT 2+2 (Series I) – nema naslona za glavu[15]	3
Slika 3.1. Intenzitet ugradnje ABS-a [16].....	7
Slika 3.2. Pojednostavljena shema ABS-a [17]	8
Slika 3.3. Senzor i zupčanik ABS-a [18]	9
Slika 3.4. ABS modul [19].....	9
Slika 3.5. Sila kočenja [20].....	11
Slika 3.6. Shema BAS-a [1].....	12
Slika 3.7. BAS [21].....	13
Slika 3.8. Sprječavanje proklizavanja [22]	14
Slika 3.9. ASR jedinica [23]	16
Slika 3.10. ESP [24].....	17
Slika 3.11. Crno vozilo ima ESP, a žuto nema [25]	17
Slika 3.12. ESP jedinica [26]	18
Slika 3.13. Ponašanje vozila sa (plavo) i bez (crveno) DBC-a [27]	19
Slika 3.14. DBC jedinica [28].....	19
Slika 3.15. Zračni jastuci u vozilu [29].....	20
Slika 3.16. Aktivirani zračni jastuci u vozilu [29].....	22
Slika 3.17. Kretanje nevezanog i vezanog tijela sigurnosnim pojasom [9]	24
Slika 3.18. Postotak vozača u pojedinim zemljama koji smatraju da vezivanje sigurnosnih pojaseva nije nužno, ako voze oprezno [30]	25
Slika 3.19. Naslon za glavu [31].....	26
Slika 3.20. Crash test lutke – odrasla osoba i dijete [10] i [32]	27
Slika 3.21. Priprema Crash test lutke [33]	27
Slika 3.22. Djelomični frontalni sudar [11] i puni frontalni sudar [12].....	28
Slika 3.23. Crash test – testiranje vozila pri bočnom udaru [34].....	29
Slika 3.24. Crash test – testiranje vozila pri udaru u stup [35] i [36]	29
Slika 4.1. Smještaj senzora za pomoć pri parkiranju unatrag [37]	31
Slika 4.2. Senzori, kamera, LCD ekran i centralna jedinica sustava [37]	32
Slika 4.3. Uočavanje bočnih i stražnjih prepreka [38].....	32

Slika 4.4. Jedan od brojnih načina prikaza udaljenosti pri parkiranju [39]	33
Slika 4.5. ACC [40]	34
Slika 4.6. Ponašanje vozila s ACC-om [41]	35
Slika 4.7. LDW [42]	36
Slika 4.8. BLIS sustav i područje „pokrivanja“ [13]	37
Slika 4.9. Smještaj navigacijskog sustava [43]	39
Slika 4.10. Smještaj navigacijskog sustava [43]	39
Slika 4.11. Smještaj tipke za poziv u nuždi [44]	40
Slika 4.12. Sustav za upozorenje o nenamjernom prelaženju crte uz pomoć senzora [45]	41
Slika 4.13. Sustav za upozorenje o nenamjernom prelaženju crte uz pomoć kamere [45]	42
Slika 4.14. Sustav kontrole tlaka u pneumaticima [46]	43
Slika 4.15. Aktivni sustav regulacije brzine [45]	43
Slika 4.16. Park Assist [45]	44
Slika 4.17. Smještaj kamere [43]	45
Slika 4.18. Slika s kamere za parkiranje unatrag [47]	46
Slika 4.19. Sustav Vision 360° [48]	46
Slika 4.20. Nadzor mrtvog kuta [45]	47
Slika 4.21. Nadzor mrtvog kuta [48]	47
Slika 4.22. HUD u C6 [49]	48
Slika 4.23. Uobičajeni podaci na HUD-u [50]	48
Slika 4.24. Dijeljenje informacija između vozila međusobno i vozila i prometnice [58]	50
Slika 5.1. Zbunjujući brzinomjer [55]	55
Slika 5.2. Upotreba „Touch screen-a“ [56]	55
Slika 5.3. Upotreba glasovnih komandi [57]	56
Slika 6.1. Položaj prekidača za uključivanje uređaja za poboljšanje vidljivosti i smještaj ekrana [13]	58
Slika 6.2. Poboljšanje vidljivosti i smještaj ekrana u Mercedesu [13]	58
Slika 6.3. Problem „vidljivosti“ u gradovima [51]	59
Slika 6.4. Napredna detekcija okoline u blizini križanja [52]	60
Slika 6.5. Komunikacija među vozilima [53]	61
Slika 6.6. Primjer jednostavnog križanja s RFID čitačima [54]	62
Slika 6.7. Dijagram sustava jednostavnog križanja s RFID čitačima [54]	62
Slika 6.8. Shematski prikaz sustava jednostavnog križanja s RFID čitačima [54]	63

POPIS KRATICA

ABS – Anti Blockier System,
BAS – Brake Assist System,
ASR – Antriebs-Schlupf-Regelung
TCS –Traction Control System,
ESP – Electronic Stability Program
FDR – Fahr Dynamik Regelung
DBC – Dynamic Brake Control
ACC – Adaptive Cruise Control
IC – infracrveno
DAC – Driver Alert Control
LDW – Lane Departure Warning
BLIS – Blind Spot Information System
GPS – Global Positioning System
HUD – Head-up Display
HMI – Human Machine Interface
FIR – Far Infrared
NIR – Near Infrared
V2I – Vehicle to Infrastructure
V2V – Vehicle to vehicle
ITCS – Intelligent Traffic Control System
CCS – Central Computer System
EPC – Electronic Product Code
VIN – Vehicular Identification Number
CDPS – Central Database Processing System
DMS – Decision Making Section